

# 開発途上国都市廃棄物管理の改善手法

平成5年11月

国際協力事業団  
国際協力総合研修所

総研
JR
93-65

## まえがき

途上国が直面している環境問題は、地球温暖化、オゾン層の破壊、砂漠化、酸性雨といった、国境を越えたいわゆる地球環境問題から、劣悪な居住環境、水質汚濁、大気汚染といった公害問題、さらには森林破壊、土壌流出といった地域的な問題まで多岐にわたっております。

我が国は従来より環境分野における国際協力を重視してきており、当事業団でも1988年に分野別（環境）援助研究会を設置するなど、本分野での技術協力の拡充に力を注いで参りました。また、1992年6月にブラジルのリオデジャネイロで開催されたUNCEDにおいて、我が国は途上国における環境保全を強化・拡充する旨表明しており、今後、本分野における我が国の国際協力の重要性は、ますます高まってくると考えられます。

今般、当研修所では、こうした環境問題への取組みの重要性に鑑み、特に近年開発途上国の都市部を中心に大きな問題となっている廃棄物問題を取り上げ、本分野での今後のより効果的・効率的な国際協力に資することを目的として、これまでの我が国の技術協力の経験を集約分析して取り纏めました。派遣専門家、コンサルタントの方々及び当事業団の担当者等、廃棄物分野の国際協力に携わる我が国の人材に、広くこの報告書を活用してもらうことにより、本分野における我が国の国際協力の実施基盤の強化に資することができれば幸いです。

本調査研究の実施に当たっては、東京大学の桜井国俊教授を委員長とする編集委員会を設置してそのフレームを検討して頂くとともに、編集委員の方々及び編集委員にご推薦頂いた、廃棄物管理に関して多くの経験をお持ちの皆様に様々な事例についての原稿を執筆頂きました。桜井教授を初めとする編集委員の皆様並びに原稿を執筆頂いた多くの方々に対し、厚く御礼申し上げます。

なお、本報告書は、これらの原稿を集約して取り纏めたものです。本報告書に記載されている見解・提案は、編集委員及び各執筆担当者のものであり、当事業団の公式見解ではないことを申し添えます。

平成5年11月

国際協力事業団  
国際協力総合研修所  
所長 岩波和俊

# 調査研究の概要

## 1. 調査研究の背景

廃棄物分野におけるこれまでの我が国の技術協力は、ブルネイを除くアセアン5カ国に対するものが大半を占めていたが、最近はこれらの諸国に加え、東欧、中南米、インドシナ諸国等も我が国の協力対象に上りつつある。したがって、これまでのアセアン等を中心とした廃棄物分野での協力経験を集約し、更にその経験に基づき新しい協力のあり方を探る段階に達しているといえる。本調査研究は、このような背景を踏まえ、これまでの我が国の廃棄物分野の技術協力の経験を集約分析して取り纏めようとするものである。

## 2. 調査研究の目的

廃棄物分野において、これまで我が国が培ってきた技術協力の経験・ノウハウを集大成し、開発調査事業を始めとする本分野における我が国の技術協力のより適正な実施を目指すとともに、今後のより効果的・効率的な技術協力のあり方を探る基礎資料とする。

## 3. 調査研究の方法

本調査研究を実施するに当たり、下記の「編集委員会」を設け、調査内容の決定、原稿執筆者の決定、原稿の内容検討等を行った。

委員長：	桜井国俊	東京大学 工学部都市工学科 教授
委員：	青山俊介	(株)エックス都市研究所 代表取締役
委員：	志村 享	国際航業(株) コンサルタント事業部海外室 室長
委員：	中村正久	滋賀県琵琶湖研究所 総括研究員
委員：	松藤康司	福岡大学 工学部土木工学科 助教授

(五十音順、敬称略)

また、本委員会の推薦に基づき、各事例に関する原稿執筆を本分野に豊富な知験を有する専門家の方々に依頼した。(執筆者名簿参照：巻末)

## 4. 調査研究内容

これまでの廃棄物管理協力の実施経験に基づき、下記に関する様々な事例について取り纏めを行った。

- 第1部 開発途上国都市廃棄物管理の改善対象と改善手法
- 第2部 技術協力形態別の協力実績と効果的協力のための留意点
- 第3部 国別廃棄物セクタープロフィール

# 目 次

## 第 1 部 開発途上国都市廃棄物管理の改善対象と改善手法

第 1 章	開発途上国の都市廃棄物問題	1
1.	開発途上国の都市廃棄物管理に共通する諸問題	2
第 2 章	都市廃棄物管理の技術的側面	9
1.	廃棄物減量と資源化	10
2.	収集改善	21
3.	街路清掃	31
4.	高層建築におけるごみ排出の改善	38
5.	ごみ輸送の合理化	45
6.	衛生埋立	53
7.	埋立地からのメタンガス回収	63
第 3 章	都市廃棄物管理の組織・制度的側面	71
1.	廃棄物管理国家計画	72
2.	都市清掃事業の組織制度	78
3.	都市清掃事業の民間委託	86
第 4 章	都市廃棄物管理の経済・財務的側面	93
1.	都市清掃事業財政基盤の強化	94
第 5 章	都市廃棄物管理の社会・文化的側面	101
1.	スキャベンジャーへの対応	102
2.	UFAにおける都市廃棄物管理	108
3.	ごみ教育	113
第 6 章	都市廃棄物管理の環境的側面	119
1.	地球環境と廃棄物処理	120
2.	途上国における有害廃棄物管理と企業進出としての取り組み	125
第 7 章	都市廃棄物管理の実態把握	137
1.	現状分析・問題点抽出手法	138
2.	清掃事業実態アンケート調査	144
3.	住民意識調査	157
4.	都市廃棄物管理の実態把握	180
5.	タイム・アンド・モーション・スタディー	186

## 第 2 部 技術協力形態別の協力実績と効果的協力のための留意点

第 8 章	専門家派遣事業の実績と事業の効果的実施のための留意点	195
1.	事業実績	196
2.	専門家派遣事業における過去の協力における問題点および効果的協力のための提言	197
3.	専門家業務実施計画作成上のポイント	201
第 9 章	開発調査事業の実績と事業の効果的実施のための留意点	211
1.	事業実績	212
2.	事前調査チェックリスト	213
3.	その他ごみの取扱い	220
4.	本格調査のポイント	225
5.	カウンターパート・ローカルコンサルタントとの共同調査体制の確立	231

6.	トラックスケールの設置・利用	236
7.	収集実験	241
8.	埋立実験	246
9.	計画前提条件の整理・確認	251
10.	代替案の比較評価	256
11.	代替技術としての焼却技術の考え方	264
12.	代替技術としてのコンポスト技術の考え方	271
13.	施設用地の選定・決定	277
14.	現地再委託業務の実施方法	285
15.	経済財務評価	299
16.	環境影響評価	308
17.	事業評価と事業実施計画	313
18.	報告書作成上の留意点	319
19.	技術移転セミナー等の企画・実施	330
第10章	無償資金協力事業の実績と事業の効果的実施のための基本設計	
	調査時の留意点	345
1.	事業実績	346
2.	無償資金協力の原則と実施上の留意点	347
3.	機材選定	351
4.	機材維持管理	358
5.	スペアパーツの選定	362

### 第3部 国別廃棄物セクタープロフィール

1.	タイ	367
2.	マレーシア	373
3.	インドネシア	378
4.	フィリピン	383
5.	シンガポール	388
6.	ラオス	392
7.	中国	396
8.	韓国	400
9.	グアテマラ	404
10.	ホンデュラス	409
11.	ドミニカ共和国	412
12.	ペルー	416
13.	ボリヴィア	420
14.	パラグアイ	425
15.	エジプト	428
16.	イエメン	433
17.	タンザニア	436
18.	スーダン	439
19.	パプア・ニューギニア	442
20.	フィジー	446
21.	マーシャル諸島	450
22.	ポーランド	453
23.	ハンガリー	458

#### <資料>

1.	過去の開発調査事業の横断的整理	463
2.	執筆者名簿	520

## 第1部 開発途上国都市廃棄物管理の改善対象と改善手法

## 第1章 開発途上国の都市廃棄物問題

### 1. 開発途上国の都市廃棄物管理に共通する諸問題

## 第 1 章 第 1 節 開発途上国都市廃棄物管理に共通する諸問題

開発途上国においては、その自然・社会・経済条件がわが国のそれと大きく異なるため、わが国の廃棄物技術を適用しようとしても適合しないことが極めて多い。そこで、開発途上国の都市廃棄物問題の特質、共通する諸問題、廃棄物協力における留意事項を提示し、これから専門家として、あるいは調査団員として開発途上国の廃棄物問題に取り組む人達へのオリエンテーションとする。

### 1. はじめに

1992年6月にブラジルのリオデジャネイロで開催されたUNCEDの場で、わが国は1992～1996年度の5年間に9千億円から1兆円規模の環境ODAを実施し、開発途上国の環境問題の解決に貢献するとの公約を世界に対して行った。廃棄物分野における途上国協力は近年すでにかかなりの数に上っているが、UNCEDを契機に途上国からの協力要請が増し、量的に急増するものと予測される。またこのような量の拡大は、質の向上を求める声をも高めていくものと思われる。既にわが国のODA額は世界第一位の座を占めるに至ったが、量的急成長に人材開発を含む協力ソフトウェアの整備が追いつかず、援助の質の面ではまだ開発途上にある。このため質の改善を求める声が内外において非常に高いが、それは廃棄物分野協力についても言えることである。

廃棄物分野協力には、わが国の廃棄物分野の人材をもって充てることとなるが、わが国と途上国とでは自然・経済・社会条件が大きく異なるため、わが国における経験・技術をそのまま適用すると、ほとんどの場合に先方に不適合となる。従ってわが国とは異なる自然・社会・経済条件を背景とした途上国廃棄物問題の特質を的確に把握することが質の高い廃棄物分野協力を行う上での第一歩となる。本章は、途上国廃棄物問題の特質の理解の一助となることを目的としたものである。

### 2. 開発途上国廃棄物問題の特質

廃棄物問題は社会を写す鏡である。社会のありようは国によって、都市によって、また同じ都市の中でも地域によって異なるが、廃棄物問題もこの社会のありようを反映して、国によって、都市によって、地域によって変化してくる。従って社会のありようを理解することが廃棄物問題の理解に通じ、また逆に、廃棄物問題の理解を通じてその社会を理解することも可能となってくる。

あらゆる社会において廃棄物は、不適切なものも含め何らかの処理処分がなされており、それはその社会でそれなりの合理性をもっている。しかし途上国社会が、都市化等の形で急激な変貌を遂げるなかで、旧来の処理処分方法は急速に不適切なものとなりつつある。従って、日本人廃棄物技術者がまずなすべきことは、その社会において実践されている廃棄物管理方法を観察し、それがその社会のありようにどのように根ざしているのか、また



社会の変化によってどのような不都合が生じつつあるのかを把握することである。

例えばエジプトには、特に首都カイロを中心にザバリーンと呼ばれる廃棄物収集を業とする人達がおおり、ロバ車でごみを契約（口頭）家庭から収集し、有価物を回収している。彼らは回教徒ではなくコプト教と呼ばれる原始キリスト教の信者であり、その家屋には豚小屋が併設されていて、有価物回収後の残滓は豚の餌となって処分されている。このようなごみ収集形態は、急速な都市化が進む以前においてはそれなりの社会的合理性を持つものであった。しかし近年のカイロの交通混雑にはすさまじいものがあり、ザバリーンのロバ車が交通悪化の一因となっている。従って清掃事業の近代化が不可欠であるが、当然のことながらその際には彼らの生活権を十分に考慮する必要がある。そこで世界銀行等はカイロの清掃改善事業に融資するにあたって、ザバリーンの協業化と車両の近代化を条件にしている。

### 3. 開発途上国廃棄物管理に共通する諸問題

一口に開発途上国と呼んでもその実態は千差万別であり、一方にはN I E Sと呼ばれ急速な工業化を通じて先進国入りを目指し、先進国と同様に有害廃棄物の問題に直面している国々もあれば、他方には、最貧国と呼ばれ消費水準の低さ故にごみらしいごみも出ない国々もある。また一つの国、一つの都市の中でも貧富の格差が激しく、先進国的部分と最貧国的部分が同居しているのが多くの途上国やその都市の特質である。

しかしながら途上国廃棄物管理には共通する諸問題も数多くあり、成功例、失敗例を含めた経験を途上国の廃棄物関係者、先進国の廃棄物協力関係者の間で交流し、学びあうことの意義は大きい。従って他者の経験から学ぶ際には、両者に共通する問題として何があり、異なる自然・経済・社会条件として何があるかを明確にしながら、自らの問題に応用していくことが肝要である。以下に開発途上国廃棄物管理に共通する諸問題を列挙するが、これらは便宜上、都市廃棄物管理セクターにとって外在的な問題、外在的でもあり内在的でもある問題、専ら内在的な問題の3つに分類することが可能である。

#### 3-1 外在的問題

##### (1)人口爆発、急激な都市化、スクワッター地区の拡大

途上国の都市ではほぼ例外なくスラム・スクワッター地区が拡大しており、場合によっては5割を越える都市住民がそこに居住することから、これら地区での廃棄物管理の改善を抜きにしては都市生活環境の改善は不可能となる。詳しくは第5章第2節「U F Aにおける都市廃棄物管理」を参照のこと。

##### (2)社会経済危機（例：累積対外債務、緊縮財政、長期不況、3桁インフレ、大量失業、治安悪化）

極度の緊縮財政で機材の維持管理に必要な部品を海外から調達することが不可能な国では、無償資金協力で機材供給する場合、その国でローカルに調達出来ない必要不可欠な部品を厳選してパッケージに含める必要がある。また失業率の高い国では、徒に

清掃事業の機械化を図ることは避け、未熟練労働者に就業の機会を創出することが社会的に見て適正である。

### (3) 公共教育・住民参加の不足

途上国清掃事業では、労働者の数から言っても、また経費の面から言っても街路清掃の占める比重がすこぶる大きく、都市によっては例えばリオデジャネイロ市のように、いずれも5割を越えている。従ってこの部分の改善が大きな課題となるが、そこで必要となるのが町を汚さないこと、すなわち公德心の向上である。一般的に公共教育・住民参加は十分ではないが、インドネシアのように隣接組織を清掃事業に積極的に取り込んでいる国もあり、またマレーシアのようにごみ教育を開始した国もある。こうした取り組みは他の途上国にとっても大いに参考になると思われる。

## 3-2 外在的／内在的問題

### (1) 都市廃棄物・産業廃棄物発生量の急増、発生抑制の欠如

急速な都市化・工業化、生活水準の向上等によって廃棄物発生量が急増している。適切な埋立地が急速に逼迫している先進国ではティッピングフィー（ごみ処分場の使用料）が急騰し、これがディスインセンティブとなって発生抑制効果が生じだしているが、途上国では不法投棄の取締も不十分であることから、このような発生抑制メカニズムが機能していない。

### (2) 中央・地方政府当局の廃棄物問題への関心の欠如

清掃事業は、途上国では場合によっては地方政府予算の数割をも占める重要な事業であり、その近代化・合理化は事業効率を向上させ、自治体財政への負担を軽減する上で不可欠である。しかしながら多くの場合、清掃事業の改善などは容易な課題と見られ軽んじられており、このような行政側の関心の欠如を克服することがまず第一に必要なことである。そのためには、既存の人材・機材の最大限活用をベースとした緊急改善計画を立案提示し、その実施が行政能力を目に見える形で市民に示すことにつながるの確信を持たせる必要がある。ここで重要なことは、目に見える効果が新たな投資を伴わずに短期に実現されることである。

### (3) 未熟な地方自治制度

途上国においては中央政府の権限が強く、市長が中央政府によって任命される場合が少なくない。この場合には、市長は市民による選挙の洗礼を受けていないため、市長の取る施策は市民の支持に基づくものであるとは言いがたい。ごみ問題の解決には市民の自発的参加・協力が不可欠であることから、市民の支持の裏付けに欠ける施策は実効性において問題が生じうる。一方、市長が市民の直接選挙によって選任される途上国都市も少なくない。しかし、自治体の租税徴収権、首長の人事権が不十分であるなど、地方自治を支える基盤は一般的に極めて脆弱である。このため、それだけでなく自治体事業の中で優先順位の低い清掃事業は、貧弱な人的資源・財政資源に苦しむこととなる。

#### (4)セクター間、組織間、都市間の調整の欠如

ごみ教育の推進は環境衛生セクターのみでは実現が困難であり、教育セクターとの連携協力が不可欠である。廃棄物減量を徹底しようとするれば商品の生産・流通の過程にまで遡る必要があり、セクター間の連携はこの点でも不可欠となる。途上国では、清掃事業も含め公共サービスの民営化・民間委託への動きが大きな流れとなっているが、収集作業を一部民間委託する場合には直営サービスと民間委託による収集サービスの調整が重要となる。また首都圏のように複数の地方政府にまたがって都市化している場合には、広域埋立処分地を建設使用するのが現実的であるが、ここでも関係地方政府間の調整が必要となる。途上国では、個別の清掃事業体自体が弱体であることを反映して、この調整連携が極めて不十分である。

#### (5)スカベンジャーについての明確な方針の欠如

一方で急速な都市化が進行し他方で未熟練労働者に十分な就業機会が与えられない現状のもとでは、スカベンジャーの存在は不可避の社会的現実である。このような現実の上に立って、短期的にはスカベンジャーと共存しその福利厚生を図り、長期的には廃棄物流の最下流（埋立地）での資源回収から最上流（発生源）での分別回収へと振り向ける、或いは他の社会的により敬意をもって遇される職への転職を促進する、等の明確な方針をもってスカベンジャーに臨んでいる清掃事業体は決して多くない。むしろ清掃事業に邪魔だからと排除しようとしたり、そうはしないまでもスカベンジャーに関して無関心である事業体が大半である。

#### (6)清掃事業における人材不足、人材養成計画の不備

途上国の清掃事業体は未熟練の労働者を数多く抱えているが、清掃事業の効果・効率の改善に不可欠なプロフェッショナルの人材は決定的に不足している。それには為政者も含めた社会全体のこのセクターを見る目が影響している。また労働者の士気向上のためにも、また技能者（運転手等）、技術者の能力向上のためにも常設の研修プログラムなどの人材養成計画が不可欠であるが、このような計画を持ち実施している清掃事業体は非常に少ない。

#### (7)清掃事業労使間の軋轢

途上国では清掃労働者の組合が存在しない国も少なくない。組合の存在する国では、社会全体の経済状況の悪さが背景となって労使間の軋轢が絶えない国があり、ストライキの頻発でごみが収集されず、市民の料金支払意思が決定的に損なわれ、清掃事業の財政基盤が悪化して労働者の賃金が据え置かれ次のストライキにつながる、などの悪循環が断ち切れないでいる。経済状況の好転と同時に清掃事業マネジメントの改善が不可欠である。

#### (8)法制度の不備、法の施行能力の不足

途上国においては、わが国の廃棄物処理法のような廃棄物に関する総合的な法体系を

持っている国はほぼ皆無に近い。一方環境アセスメント法については、近年先進国の法律を模した法律の整備を進めている国が多いが、その施行能力のほうは不十分である。法律はあってもそれを守らせていく力が乏しいのが現実であり、両者のバランスのとれた発展が不可欠である。

#### (9)弱体な財政基盤

清掃事業の財務管理がまずもって弱体であり、何にいくらかかっているのかの把握がきちんと出来ていない事業体が殆どである。これは地方政府の財務管理体制そのものに問題がある。途上国では清掃料金が不動産評価額をベースに算出されている場合が少なくないが、インフレの激しい国では適宜評価額を見直し、清掃料金の改訂を行わないと必要経費の回収が出来ない。しかし政治家は、往々にして人気取りのため料金改訂を怠り、そのために清掃財政の逼迫を招いている。清掃料金の請求率・徴収率の低さも広範に見られる問題である。またたとえ必要経費をまかなうに十分な清掃料金を徴収しても、それは地方政府のドブブリ勘定に入り、より優先度が高いと政治家が考える案件に振り向けられ清掃事業に還元されることが少ないというのもよく見られる。清掃労働者がその給与水準の低さを補うため、優先的清掃サービスを希望する商業者等からチップを受け取ったり、燃料をごまかしたりするのもよく見られるところであり、これらは健全な清掃財政基盤の確立の妨げになっている。

### 3-3 内在的問題

#### (1)都市清掃事業の組織体制の弱さ

ほとんどの場合清掃担当部局は、地方政府の中で二流の扱いしか受けていない。このため人材の面でも、資源配分の面でも、常に他部局に比べ不足が目立つ。人材募集、人材育成、機材調達、機材維持管理等は清掃担当部局以外の部局が担当している場合が少なくないが、これら関係部局と清掃担当部局との連携は必ずしも十分ではない。また、直営の清掃事業の場合、政治家からの圧力に弱いという性格も広く見られ、選挙後の恩賞人事で労働者として登録され給料は支払われるのに実際の清掃作業には従事しないという幽霊労働者を大量に抱え込まれるという極端な事例も見受けられる。

#### (2)短期・中期・長期計画の欠如

スペアパーツの購入書類の決裁などは現場のマネージャーが行うべきことであるが、途上国の清掃事業体ではトップマネージャーがこのような日々の業務の決裁に忙殺されている場合が非常に多い。このため彼が本来行うべき中期・長期の戦略的な意思決定は常にないがしろにされ、その場しのぎの対応が積み重ねられている。規模は小さくとも計画部局を設置することが不可欠である。

#### (3)不十分なあるいはしかるべく利用されていない施設・機材

技術者不足、技術者の訓練不足、作業監督者の不足等により、たとえば施設・機材があってもその利用効率は非常に低いことが多い。収集ルート的设计を行い、町の発展に

ともなってその見直しを定期的に行っている清掃事業体、トラックスケール等を用いて各収集クルーの作業実態を定量的に把握している清掃事業体は極めて少数である。

#### (4) 機材維持管理体制の不備

途上国の為政者は多国間・二国間の援助機関に働きかけて機材の供与を受けることには極めて熱心であるが、これらの機材を維持管理する体制を整備することにはあまり熱意を見せない。援助機関の安易な機材供与がこうした傾向を助長している側面もあり、機材供与に際して維持管理体制の確立を条件づけるなどの工夫が必要である。

#### (5) 技術的・経済的・社会的に不適切な技術の適用

技術協力を行う先進国技術者の知識経験の偏りに受け入れる側の途上国為政者による高級技術志向が相まって、途上国では不適切な技術が適用され、初期の効果を上げ得ていない事例がまま見受けられる。その国でたった一台の街路清掃車を購入所有しているものの、修理部品の調達がままならず、ほとんどの期間車庫で修理待ちの状態にあるなどはその典型である。

### 4. 開発途上国廃棄物管理協力における留意事項

- (1) どんな社会でも何らかの廃棄物管理がなされており、それはその社会でそれなりの合理性がある。従ってまず現行の廃棄物管理方法を観察し、その背後にある社会との関係を理解する努力が必要で、わが国の基準で押し量り、性急に評価することは慎むべきである。
- (2) しかしながら、急速な社会の変貌の故に、既存の廃棄物管理方法が不適切なものとなってきているのも事実であり、どの点が、何故不適切であるのかについて、相手国の関係者との協議を通じて共通の理解に達する必要がある。
- (3) その上で、他の途上国における経験やわが国における経験等を参考にしながら、問題の解決方法について相手国関係者と協議を重ねる必要がある。その際に、単に技術面での検討にとどまらず、経済的側面・社会的側面からも実施可能性を検討することが重要である。
- (4) 廃棄物管理の改善を行い、清掃事業を持続的に担っていくのは相手国関係者であり、日本側技術者ではない。従って改善方法を選択し、実行するのはあくまでも相手国側であり、日本側は支援者であることを忘れてはならない。

---

#### 参考資料

1. Improvement of Solid Waste Management in Developing Countries, Kunitoshi Sakurai, Institute for International Cooperation / Japan International Cooperation Agency, December 1990

## 第2章 都市廃棄物管理の技術的側面

1. 廃棄物減量と資源化
2. 収集改善
3. 街路清掃
4. 高層建築におけるごみ排出の改善
5. ごみ輸送の合理化
6. 衛生埋立
7. 埋立地からのメタンガス回収

## 第 2 章 第 1 節 廃棄物減量と資源化

本節では世界的な廃棄物減量と資源化の動きを概観し、途上国での可能性・必要性を論ずるとともに、マレーシア、インドネシア、タイ、ラオス等の途上国での現実の動きを示す。

### 1. はじめに

途上国では近年、人口の急増と農村部から都市部への人口の移動が急速に進み、都市部での廃棄物問題が急速に悪化している。しかも、都市活動から発生した廃棄物のかなりの部分が収集されず、周辺の空き地、水路道路等に投げ捨てられ、収集された廃棄物も、大部分が野焼き、投棄状態の埋立地に搬入されている。一方、廃棄物サービスの財政基盤が極めて弱いため、多くの地方自治体の清掃事業が既に重すぎる財政負担となっている。このため、廃棄物の減量と資源化は、自治体の財政負担を小さくすると同時に衛生的で効率的な清掃事業にとって不可欠な活動である。かつ、減量化及び資源化は途上国のみならず、有限な資源の下で持続可能な開発を求める国々での潮流でもある。

### 2. 廃棄物減量と資源化の世界の動き

廃棄物の処理・処分プロセスは通常収集、輸送、中間処理及び最終処分の各プロセスで構成されている。しかし、各プロセス共に適正な管理、運営を行わなければ廃棄物の一連の処理・処分プロセスに支障をきたすことになる。これまで廃棄物は焼却、堆肥化、埋立、あるいは再利用、資源化等によって処理・処分されてきたし、これに関する種々の技術開発がなされてきた。しかし、最近の生活様式の変化、商品の多様化、都市開発による人口集中に伴う廃棄物量の増大は深刻で、途上国のみならず先進国においても新たな対応が求められている。更に、地球規模での環境問題や南北問題を含めた資源問題が議論され、今や廃棄物問題は量と質の対応期の中で、“廃棄物の処理の前にリサイクルすること、リサイクルの前に廃棄物の発生を抑制すること”即ち、排出源抑制を前提とした廃棄物減量と資源化が世界の流れの一つになっている。このため都市廃棄物管理に係る技術協力においても、開発途上国からも廃棄物減量と資源化に関してのハード面のみならず、ソフト面での協力が求められるようになっている。

ここでは、先進国における事例を紹介し、今後の動向を考えてみる。

#### 2-1 ドイツ

ドイツでは、包装に使用されるプラスチックの回収目標を1993年までに30%と設定している。このうち30%（全体の9%）をリサイクルするとしている。そして1995年1月1日までは80%を回収し、このうちの80%（全体の64%）をリサイクルすることを義務づけ

ている。

1991年に2万トン（回収率1%）しか回収していないプラスチック廃棄物を1995年までに60万トンにまでもっていくのは、「不可能だ」という意見が大勢を占めるが、「ケミカルリサイクリングの技術が確立すればこれも可能」という声は非常に多い。このケミカルリサイクリングについては、現在の技術レベルからみれば、実現する可能性は高い。

## 2-2 フランス

西暦2000年までに包装廃棄物の70%をリカバリーするとしている。「リサイクル」ではなく「リカバリー」という言葉を使用しており、これは焼却して熱回収するということで極めて現実的な目標となっている。

現在、一般廃棄物の回収には収集手数料を徴収している。

## 2-3 オランダ

オランダでは、政府と包装産業が1995年までに包装材料の40%をリサイクルするという紳士協定を決めている。これも現実にあったものとなっている。

同国では、ソフトドリンクをはじめビール、ミルクなどの容器でデポジット制度を採用している。更に課徴金、廃棄物処理料金を徴収するなどしている。

## 2-4 イギリス

イギリスは、基本的に日本と違い飲料容器はほとんどワンウェイ。しかし、同国でも包装廃棄部門は深刻になってきており、一部ではガラスびんとアルミ・スチール缶の回収を行っている。金属缶に関してはブリティッシュ・スチール社を筆頭に、回収に取り組んでいる。

また、地域単位でデポジット制度を導入している所もある。

## 2-5 デンマーク

デンマークでは、公営の有害廃棄物の処理会社があり、自治体が収集義務をもっている。収集したものを発生元の会社に運搬をして、そこで全部処理するシステムをとっている。

「1990年のデンマーク再資源政策と法規制」という施策の報告書では、施策の優先順位が決められており、それに沿って再資源化を進めている。基本としてはまず発生防止、次に再資源化という順になっており、やむを得ず残ったものについては焼却、適正処分する。

缶の飲料容器の使用が全面的に禁止されており、1990年1月から2,000世帯以上の自治体にガラスの収集計画を義務づけている。また、廃プラスチックの再資源化を行う会社設立や環境課税など、積極的に取り組んでいるようである。



## 2-6 スウェーデン

スウェーデンでは、1990年代の環境政策として国が報告書を作成している。この中で、廃棄物の回収におけるマテリアルマネージメント（素材管理）、物質の移動の計画などをたてている。さらにエネルギー回収、規制の強化の3点を強調したものになっている。

飲料ボトル容器にはPETボトルは全く使用されておらず、全てリターナブル（再使用可能）のためのガラスびん。再資源化はいずれも進んでおり、ガラスびんは100%回収。デポジット制を採用しており、飲料メーカーが回収義務をもっている。

## 2-7 EC委員会

EC委員会では、1992年12月に包装廃棄物に対する草案が発表されている。これによると今後10年間で包装廃棄物の90%を回収し、このうち60%をリサイクルするとしている。

この60%をリサイクルするというのはプラスチックだけでなく、全てのパッケージングの60%を意味している。ガラスびんなどは現在40%達成できており、これは非常に現実的な数字となっている。

ECには政策を立案し実施するEC委員会（ベルギーのブリュッセルに設置されている）があり、ここで成立したものはEC法と呼ばれている。加盟国がこれに従わない場合は、欧州裁判所（ルクセンブルク）で審議され、何らかのペナルティが課せられる。近年では各国の法律は、このEC法と整合性を持たせるようになっている。

上記で紹介したように、世界の廃棄物減量と資源化の流れはドイツにおける「デュアル・システム（DSD）」に代表されるような動向にある。即ち、廃棄物の発生抑制とリサイクル及び廃棄物処理の基本的な義務と必要条件とを取り決める方向にあり、更に環境にとって、より健全なリサイクルシステムを推進する方向にあり、今後途上国における技術協力もこうした視点でのシステム作りも重要なテーマとなるであろう。

## 3. 廃棄物減量と資源化における途上諸国における特徴

途上国の廃棄物問題は、途上国の自然・経済・社会・文化等の背景に左右され、我国におけるものとは様相を異にしたものとなっている。

特に、廃棄物減量と資源化は桜井国俊教授（東京大学工学部・元JICA国際協力専門員）らが指摘しているように、インフォーマルセクターの関与がすこぶる大きいことである。そして、スカベンジャーの数の差はあれ、途上国の多くは、最終処分場等での有価物回収に従事するスカベンジャー対策と廃棄物減量と資源化は極めて密接な関係がある。一般的には環境的に問題の少ない衛生埋立にとって、スカベンジャーの存在は好ましくない。このため、これまでの先進国の技術者は、途上国廃棄物問題の改善に当たってスカベンジャーの生活権を無視した技術合理性一本槍のアプローチが主流であったが、この場合社会問題が多すぎるのが一般的であった。このため、近年ではスカベンジャーを性急に排除するのではなく、もう少し衛生的で、効率的な有価物回収ができるような環境を段

階的に整備していく方法で、減量化・資源化をシステム化しようとする試みがなされつつある。即ち、スキヤベンジャーとの話し合いで埋め立て作業への支障が少ない形で資源回収を行わせたり、埋立地内の一部に“資源回収施設”と呼した区画を許可し、従来より衛生的で効率的な環境条件の下で、資源回収に従事させたりしている。そして呼称も“スキヤベンジャー”から“コレクター”と変えたり、また、スキヤベンジャーの中心人物に“ライセンス”を発行し、資源回収業として許可された業種として認知したのち、コレクターの一部に対しては、排出源における資源回収業への転業を指導している例も出ている。これと平行して、新聞・TVでの分別キャンペーン、リサイクルキャンペーンを行ない、また、環境教育教材を作成し、分別、資源化、減量化の世論作りと、継続的な活動及び住民の積極的な参加を訴え、徐々に成功をおさめている例もある。

#### 4. 途上国別資源化の実態

##### 4-1 マレーシア

マレーシア国は“Clean & Beautiful”をスローガンに国をあげて廃棄物問題に取り組みは始めている。特に、日本からの三代目個別専門家として“環境教育”の専門家の指導のもとで啓蒙普及用の教材作りや「ごみ教育とリサイクル」のセミナーを実施する等して、ごみ教育プロジェクトも動き出している。

##### (1)特徴

マレーシアにおけるリサイクルの動きは大別すると以下のように分類される。

- ①住宅地方政府省の呼び掛けによる各地方自治体でのリサイクル
- ②新聞社、TVのリサイクルキャンペーン
- ③ホテル、ガソリンスタンド、製缶メーカー等によるリサイクルキャンペーン

現在、住宅地方政府省の指導のもとでリサイクルの系統的な組織化が試みられようとしている。

##### (2)方法及びリサイクル施設

集団回収、有価物回収業者、スキヤベンジングの元締めからの回収等、形態は回収物によって異なるが、最近では物流リサイクル施設も徐々に確立されつつある。

## (3)回収物及び量 (1991年報告書より)

表-1 有価物の回収物と量

回 収 物	業 者 数	回 収 量
プラスチック	15-20	350,000ton/年
紙	2	6,000-7,000ton/月 (但し、1社のデータ)
アルミニウム	1	製缶メーカー出荷の50%回収
金 属	不 明	スクラップとして市場有り 但し、量は不明
ビ ン	3	2~3.5ton/日

## (4)有価物市場

経済規模や市場規模が小さいため価格も安定しておらず、実態も余り把握されていない。参考までにマレーシアの主要都市のスキャベンジャーの活動実態等を表-2に示す。

表-2 SCAVENGING ACTIVITIES IN MAJOR DISPOSAL SITES

Local Authorities	Waste Quantity Tonnes/Day	No. of Scavengers				Daily Average Income (\$)	Operational Agency
		Man	Women	Children	Total		
Kuala Lumpur City Hall	1800	16	10	6	32	20 - 30	City Hall
Petaling Jaya	400	7	8	5	30	30 - 40	Municipality
Seberang Perai	400	4	4	2	10	10 - 15	Municipality
Kota Setar	100	No Scavengers					Private
Kota Bharu	100	No Scavengers					Municipality
Johor Bahru	300	12	10	3	25	10 - 20	Municipality
Malacca	180	6	3	0	9	20 - 30	Private
Seremban	100	4	0	0	4		Municipality
Kuantan	130	2	1	0	3	10 - 20	Municipality
Ipoh City Hall	250	10	5	5	20	20 - 30	Municipality
Kangar	21	No Scavengers					Private
Kuala Terengganu	60	No Scavengers					Municipality

## (5)リサイクル運動

紙の再利用は再生紙が安価の為しばらく中止していたが、1989年以降その価格が上昇

し採算ベースに乗ったので、最近再利用が再開された。また、情報産業等の紙を使う産業の需要を賄うために、マレーシアは大量の紙を輸入している。マレーシア製紙業者組合 (The Association of Paper Manufactures of Malaysia) は、現在一般的な紙の製造と再生紙製造に関する需要と供給の調査を行っている。同時に、紙くずの輸入を妨げている税の規制を緩和するような政府を説得する努力がなされている。一方、ガラスびんの回収は長い間行われていなかったが、地球環境問題や資源問題が注目される中で、“Clean & Beautiful” をスローガン (添付資料参照) に中央・地方府、民間をあげてセミナー、ごみ教育プロジェクト、環境美化月間等と平行してリサイクル運動を推進している。

#### 4-2 ラオス

ラオス国全体の動きは資料がないため、以下ビエンチャン市における調査結果を示し、ラオス国全体に代えるものとする。

##### (1)特徴

ビエンチャン市都市区域人口14.3万人、発生量は140ton/日。社会全体あるいは地域社会に自給自足の考えが残ってうまく機能していることと、収集率が極端に低いため (12%) 自家処理率 (71%)、リサイクル率 (17%) が非常に高い。

##### (2)方法及びリサイクル施設

特別な施設はなく、畜産用飼料としての食物・ごみの回収に携わる農民や有価物回収業者による発生源からの収集が中心である。

##### (3)回収物及び量

1)各家庭における食物ごみの家庭飼料としての利用	14.3ton/日
2)レストラン・商店からの食物ごみの回収	7.5ton/日
3)発生源での有価物回収 (金属、紙、プラスチック etc)	1.7ton/日
4)処分場での有価物回収 (金属、紙、プラスチック etc)	0.3ton/日

##### (4)有価物市場

経済規模が小さいため、有価物の最終利用者 (End User) がガラスびんと小さな紙工場以外に自国に存在せず、大半は隣国タイに輸出されるため有価物市場は限定されている。

##### (5)リサイクル運動

先進国で実施されている系統的な運動はないが、廃品回収、廃品利用等の経済活動は存在している。

#### 4-3 インドネシア

##### (1) 廃品回収との現状

インドネシアでは廃品回収、ごみからの有価物回収は共に盛んである。例えば新聞紙などはほぼ100%包装紙等として再利用されている。ガラスやプラスチックのボトルの多くはごみとして出す以前に再利用のために回収される。

各家庭からの新聞紙、本、瓶などの回収は荷車（リヤカー）を持った回収人により行われる。荷車を持たない回収人もいる。回収用に自動車が使われることはない。

回収された有価物の多くは直接的に再利用される。

##### (2) ごみからの有価物回収の現状

不要物として排出されたごみからの有価物の回収も盛んである。スラバヤでは推定発生ごみ量(1,626ton/日)のうち12%に相当する190ton/日がスクャベンジャーにより有価物として回収されている。このうち180ton/日は市内168カ所もある小型中継基地（DepoまたはLPSと呼ばれる）及び各家庭の前に置いてあるごみ箱より回収される。回収物の内訳は、ガラス38%、紙30%、プラスチック18%、金属14%である。残りの10ton/日は最終処分場から回収される。スクャベンジャーの多くは都市周辺の農村地域から来ている。

##### (3) スクャベンジャーに関する地方自治体の方針

市民の中にはスクャベンジャーと犯罪を結びつけて考えるものもいる。スラバヤ、バンドン、ジャカルタ等では市当局や大学によってスクャベンジャーの実態や政策対応検討のための調査研究が行われた。スラバヤ市当局はスクャベンジャーに関し次のような政策を掲げている。短期的にはスクャベンジャーをごみ処理事業の一翼を担う社会的に有益なグループとして位置づける。このことにより彼ら自身が自尊心を持ち犯罪に陥るのを防ぐ。このためにスラバヤ市当局は①スクャベンジャー組合設立を支持、②ごみ収集人やスクャベンジャーのための表彰式の開催を行った。しかし、長期的にはスクャベンジャーの職業転換の促進、子供にはスクャベンジャーの仕事を世襲させないという方針を持っており、このため職業転換のためのトレーニングを支持している。

##### (4) 資源化のフィージビリティとリサイクル運動

インドネシアを含む途上国では、先進国に比べ一般的に一人当りが出すごみ量が少ない。またごみとして出す前の廃品回収が盛んなため、ごみのうち有価物の比率は少なく厨芥が多い。

インドネシアでは廃品、中古品、ごみから回収された有価物等の新品に対する相対的な価値は高い。従って、廃品回収やごみからの有価物回収は先進国に比べむしろフィージブルな経済活動と言える。即ち、インドネシアを含む途上国では、ごみ減量化、資源化に対する経済的インセンティブが先進国以上に強く存在すると言える。

しかし最近インドネシアでは、外国からプラスチック廃材が安い価格で輸入され、そのためごみから回収したプラスチックの市場価格が下がり、スクャベンジャーの回収活

動に影響を与えているとのニュースも報道された。

---

#### 参考資料

1. 地球規模の環境問題（Ⅱ），大来佐武郎他 中央法規



NEVER TOO YOUNG... pre-schoolers from the Calvary Kindergarten with their mountain of old newspapers.

## Education Ministry staff chip in to save a tree

PETALING JAYA, Fri. — A sub-division in the Education Ministry has become the first in the public sector to contribute to the Save A Tree, Save Tomorrow campaign.

The Resource Sub-Division, which subscribes to seven local dailies, came to The Star office this afternoon with a vanload of newspapers as old as 1½ years.

Sub-division deputy director Syed Mustapha Syed Wazir said:

"Contributing to projects, which try to raise public consciousness about protecting the environment, is better than just selling the papers for a few ruingit."

Looking at the campaign from a different perspective was Zafrina Hanom Mohamed Noh from the Subang Jaya Primary School.

The 12-year-old school librarian said the department stores could save on service expenses if they used paper bags made from recycled paper, instead of plastic bags.

"Paper bags are not only better but cheaper than plastic bags and the stores can save a lot of money if they used paper bags," Zafrina said.

Schoolmates M. Deven-dra, Rizman Ahmad Terza and Roznah Abdullah Sami, who were also there with nearly a tonne of old newspapers and magazines collected from the whole school over the past four days, said they would like to organise similar environment-protectiop



projects in the future. Also chipping in today were The Jolly Pub Strings.

Twenty pre-schoolers, representing Calvary Kindergarten in Kuala Lumpur, came with teacher Mrs Jaspal Singh and brought enough newspapers to fill three vans.

According to six-year-old Jeannette Goh, they had been bringing the newspapers, books and telephone directories to school for the past one week.

A daily contributor to the mountain of newspapers was four-year-old Chan Zhun Gui.

"Mummy helped me bring it to school daily but I had to carry the newspapers myself so I took lots of multivitamins to make me strong," he said.

Asked why they had brought so many newspapers, the children answered: "We do not want any trees to be cut down because we will have no oxygen to breathe and there will be no rain."

Carrying on this environmental theme is the ICI group of companies. Corporate executive Tunku Azli Tunku Jaafar

said the campaign was a worthy cause and was in line with ICI's environment project to be launched next month.

He was on hand to deliver a lorryload of old newspapers and directories collected from all three ICI companies in the Klang Valley.

Mrs Irmgard Goeller, a 38-year-old housewife from Stuttgart, West Germany, said: "In Germany, we have been recycling our materials for 15 years."

"Every family has separate containers for used paper, plastic and glass."

"We don't have to drive very far with our recyclable materials. There are collection centres everywhere."

Mrs Margaret Lenorman, 51, a housewife from Texas, said: "Converting old newspapers into Parkson shopping bags is a very good idea."

Both women were part of a group of eight MiCasa Hotel Apartments guests who came with half a lorry load of old newspapers and magazines.

MiCasa Hotel Apartments general manager George Loong said the hotel planned to set up a collection centre for used glass bottles and other glass materials for recycling in November.

Old papers can also be sent to Parkson Grand at Subang Parade, Sungei Wang Plaza and Damansara Jaya Centre.

# Bulk of local authority budgets go to wages

PETALING JAYA, Sat. — Between 60 and 80 per cent of the budget of local authorities in Malaysia goes to pay the salaries of staff, Housing and Local Government Minister Datuk Lee Kim Sai said today.

However, he said, despite the large amount allocated for manpower costs, local authorities in the country were still not up to mark in terms of efficiency and productivity.

Thus much effort was needed to not only enhance these two qualities in local authorities but also to simultaneously reduce the size of their manpower.

A smaller work force means that local authorities could put their finances to better use, such as on revenue-generating activities, he said when opening a seminar on productivity and quality for local authorities at the NPC Hotel here.

Datuk Lee recalled that several Ministry and local government officials learnt from a recent study tour to West Germany that local authorities there were run by only 10 per cent of the number of staff employed by local authorities in Malaysia.

For example, he said, the waterworks in a West German town of 30,000 people was managed by just five



DATUK LEE — efforts needed

people while garbage collection was handled by 35.

"This is the kind of productivity that we want for our local authorities," he said.

To achieve this level of productivity, local authorities here needed the co-operation of the public. For example, the people could make garbage collection easier by putting rubbish in plastic bags.

As part of efforts to enhance the productivity of local authorities, the Ministry emphasised not only the training of group A employees but also those in grades C and D.

State Governments had also agreed to set up training units under their respective State Secretary's offices.

Municipal councils which could afford to set up training branches would be given the task of training the staff of district councils under the umbrella concept, he added.

On the pending court-action to be taken against the Hulu Langat District Council by the Department of Environment (DOE), Datuk Lee said his Ministry had no objection to the DOE taking legal action.

However, he said, the DOE should first provide proof that it was the district council that was responsible for the open burning.

"I understand that in quite a number of cases, the culprits responsible for the open burning are scavengers, not so much the local authorities."

"However, if the DOE has proof that local authorities are responsible for the burning, then they deserve to face the penalty from the DOE."

Asked whether the law on open burning needed to be tightened to include local authorities, Datuk Lee said the present laws stipulated under the Environment Act were sufficient.

## Travel to China: Cabinet to discuss complaints

PETALING JAYA, Sat. — The recently lifted restrictions on travel to China will be brought up at next week's Cabinet meeting following complaints that the people still encountered problems with the Immigration Department when arranging travel to the republic.

MCA deputy president Datuk Lee Kim Sai, who said this today, added that he would bring the matter up at next week's Cabinet meeting.

He said he had received numerous complaints from Malaysians eager to visit China following the lifting

of the ban that their travel plans were hampered by Immigration officers around the country who did not seem to be aware of the change in status on travel to China.

"Apparently, there is some confusion on this matter as different Immigration offices seem to have different procedures in processing the visits," Datuk Lee told reporters after opening a productivity seminar for local authorities at the NPC Hotel here.

Announcing the lifting of the ban nearly two weeks ago, Deputy Home Minister Datuk Megat Junid Me-

gal Ayob said those making their first visit to China only needed to fill up an Immigration Department form (which would be processed within a day) before applying for a visa.

Previously, those who wanted to go to China had to be above 30 and must travel in groups of more than 10 people.

Another restriction abolished following the lifting of the ban was on the maximum period of travel, which was limited to 14 days, and the requirement that tours be arranged through "registered" agencies.



FOREIGNERS TOO... some MiCasa Hotel Apartments guests are also doing their bit while in our country.

## Deplorable conditions exist in present day Sungai Petani town

THE deteriorating conditions in Sungai Petani town have moved me to write this letter.

Most of the drains near sundry shops and restaurants are clogged with refuse creating a foul odour.

They have also become excellent mosquito breeding grounds.

Rats are thriving under these filthy conditions and large ones can be seen scampering in and out of the drains even in broad daylight.

I believe the poor state of the main river is the

root cause of the bad drainage problem.

The water is very murky, unlike some other rivers. When the tide recedes, you can see thick black slime and refuse in the river.

Indiscriminate dumping of refuse by nearby

factories and industrial centres has been a major contributory cause of pollution.

I wonder whether the authorities have conducted a study to determine how serious is the pollution in the river.

The many hawkker stalls

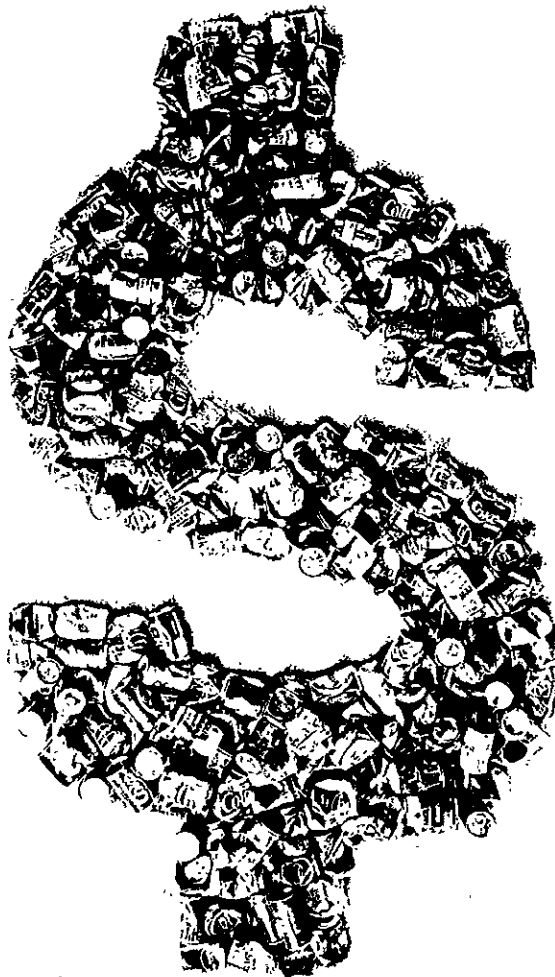
and motorshops along the river bank are equally guilty because of the careless way they dispose of waste materials.

It is high time the Kuala Muda District Council reviewed its system of waste disposal and its policies on the general up-

keep of Sungai Petani town.

It is evident that the council's present methods have failed to produce the desired effects.

**LET LIVE, Sungai Petani.**



### EMPTY ALUMINIUM CANS MAKE A LOT OF CASH

It's such a waste if you just let empty aluminium cans make a lot of noise. Let them make a lot of cash! Here's how.

Look for this "KJP RECYCLABLE ALL ALUMINIUM CAN" logo on your beverage cans and you'll know that they're aluminium cans. Collect them and exchange them for



KJP RECYCLABLE ALL ALUMINIUM CAN

cash at your nearest "Cash-a-Can" collection centre.

So don't can a can. Cash a can instead. The noise it makes should jingle in your pocket.

Call **03-6214545** for details.

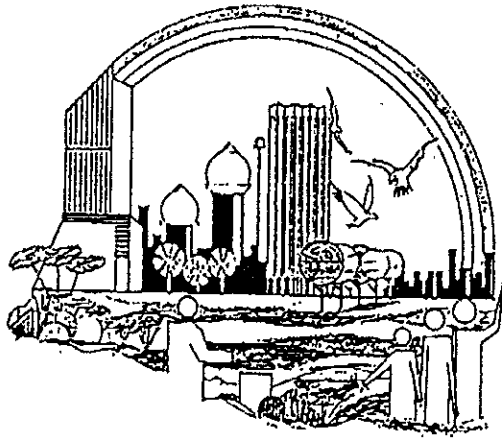


**CASH-A-CAN COLLECTION CENTRES**

1. SEREMBAN: Sri Lagan, No. 63 Taman Bukit Kepayang, Jalan Loba, Seremban. Tel. 06-735745
2. JOHOR BAHRU: Syarikat Chuan Huat, Lot 5913 Batu 4, Jalan Larkin, Johor. Tel. 07-361644, 376134

A Sempurna-KJP Project





## BERSIH & INDAH



USED GLASS WANTED... Mr Struys (left) and Cold Storage (Malaysia) retail and property general manager Mam Yudi Mohamed Wari putting bottles into a collection bin in Kuala Lumpur yesterday.

### Glass recycling campaign to raise funds

KUALA LUMPUR, Sat. — The Glass Manufacturers Association of Malaysia launched a 10-day glass recycling campaign yesterday to raise funds for charity.

The campaign with the theme "All Good Things Come In Glass" is aimed at highlighting the advantages of using glass, with particular emphasis on the fact that it is 100 per

cent recyclable.

Members of the public may deposit used glass containers at Jaya Supermarket outlets in Petaling Jaya and at the Bangsar Shopping Centre and The Weld here.

Cash prizes of \$300, \$200 and \$100 and hampers respectively will be awarded to the three people who bring the most glass on the last day of the

campaign on Oct 28.

Association chairman Leslie Struys said glass collected would be sold to local glass manufacturers and the proceeds would go to charity.

He said Malaysia produced about 500 million glass containers annually and more than 80 per cent of the non-refillable glass was being thrown away.

Only 15-20 per cent of

used glass or cullet were used to produce glass, he added.

"Everyone can help keep the environment clean and conserve our natural resources.

"All they need to do is to separate their glass containers from the household refuse for collection by rubbish trucks. They could also sell all their glass containers to the bottle-man," he said.

## 第 2 章 第 2 節 収集改善

ごみ収集は、都市の居住地の衛生的な環境の維持に欠かせないサービスであるが、清掃事業のなかで最も費用のかかる作業である。ところが途上国では、都市への人口集中による人口の急増や交通条件の悪化により衛生的に十分なごみ収集サービス提供が非常に難しい状況に追い込まれているのが普通である。また、財政的な制約のためごみ量や収集エリアの拡大に対処するのに必要な人材や収集機材を入手することが難しい。そのような様々の制約のなかで適正なサービスを維持・発展させるためには収集効率の改善が不可欠となる。

そこで、途上国における収集改善の考え方や適用の方法について検討し、また改善のための事例を整理して今後の援助を行う上での参考としたい。

### 1. はじめに

途上国におけるごみ収集の問題は、一般に都市のスケールによって異なった様相を呈する。人口の集中した大都市では、収集業務が交通条件の悪化と都市の拡大に追いつけなくなり、従来の人海戦術的な収集の方法を質的に転換することが主な課題になるのに対して、中小都市では、収集業務は、安い人材とその土地で活用できる技術を利用したローコスト収集の達成が主な課題となる。（ここで大都市とは、人口100万人以上の都市を想定している。）

どちらが深刻な問題であるかは、簡単には決められないものの、より解決が困難な課題は大都市の方の問題である。我が国としてもこれまで主に大都市のごみ収集の改善に係る開発援助を行ってきたところである。従って以下においては、大都市におけるごみ収集の改善について言及することとしたい。

ところで、ごみ収集の改善の課題について、我が国の技術者が何らかの技術支援をしようとした場合に、恐らく誰もがジレンマに陥るのではないかと思われる。その理由は、各国ともごみ収集の運営に関する作法というようなものがあって、それに手を付けない限り改善が進まないといった問題が生じるが、外部の人間が短期間にその問題に適切に対処することはほとんど不可能なことだからである。しかし、何らかの改善の方向を示さなければならず、相当に悩むことになる。

そこで、社会文化問題としてのごみ収集問題の範囲と、技術的に対応できる問題の範囲を分けた上で、後者の領域に限定して技術支援することを明確に取り組むことが現実的な対応と思われる。

## 2. 収集改善のための方策

### 2-1 ごみ収集改善に向けた基礎認識

どの途上国でも、ごみ収集は地方自治体の責務とされているのが普通である。途上国の地方自治体は、国の統治機構のなかでの住民の管理ないしはサービス（福祉、教育、衛生等）のみの役割を担い、都市の基盤整備などの投資部分（例えば、道路、通信、電力等）は国の公共事業省、電力公社等などが担っているのが一般的である。従って、ごみ収集は地方自治体の財政のなかでも大きなウェイトを占めている。

ごみ収集にかかる人件費や投資的費用の財源は、国により様々と言えるが、地方自治体の自主財源でまかなわれる例は少なく、国からの交付金等による場合が多い。また維持的な費用について地方自治体で対応している場合が多いが、税収が少ないため、ごみ収集のために自由にできる財源が少ないのが通常である。

都市への人口の集中、都市活動の活性化に伴いごみ量が増加すること、またごみ収集サービスが必要になる地域が増えてくることに対して、要員や収集機材の増強が必要になってくるが、上記に示す財政的な制約によりなかなか進まないのが普通である。一方、都市化が進むことにより、ごみ収集業務の作業条件はますます悪化してくる。一つは慢性的な交通渋滞であり、二つ目は最終処分場までの輸送の遠隔化である。このため、収集輸送の効率が低下することが問題となる。

財源の制約が大きい、一方でごみ収集のコストは上昇していくといった状況のなかで適切なごみ収集サービスを維持することが、地方自治体の責務となってくる。

ごみ収集の基本的な目標は、衛生的な生活環境の保持にあり、住居周辺のごみの散乱をなくし、鼠や害虫の生息を防止することにある。このような目的を持ったごみ収集が十分に達成できているかどうかを評価することが作業の第1歩である。（このごみ収集の基本命題が達成されているかどうかを評価することは、意外にも難しい面があるので気を付ける必要がある。即ち、公衆衛生の観点から公平なサービスの提供といったことが十分に理解されていない場合が多いからである。）

為政者側のごみ収集問題のとらえ方は上記と異なっている場合が多い。ごみ収集に関して、現場の機材やスペアパーツが足りない、維持管理のための費用が足りないといった不満に対して、もっと工夫する余地があると思っている。このため、ごみ収集の効率化を課題とした技術援助を求め、公衆衛生の改善への関心が低いのが一般的である。

途上国では、ごみ収集サービスをどう拡充していくかといった本来の目的と離れて、どうごみ収集を効率化して出費を抑えるか、あるいは、どのように車両等の機材を多く確保できるかに関心が集中する傾向がある。

一方、地方自治体の収集業務を担当している部局では、収集業務の効率化、合理化に対する関心は押し並べて低いのが普通である。組織力学的には、出来るだけ機材の必要性を訴えて、余裕を抱えることが基本戦略になる。このような対応に対する為政者の逆の不満があるわけであるが、現場の担当者の言い分もあながち否定できない側面がある。車が故障した場合の予備車などが無いこと、あるいは代替車を直ぐに入手できないこと、またごみ量の増加に対し簡単に増車できないことから、そのような問題に対処するためには余分

に車両を抱えておくことが得策と考えるのが普通だからである。

我が国でも現代のごみ収集に移行する昭和40年以前では似たような傾向がなきにしもあらずであったと思われる。そのような余裕を抱えた時代から、ほとんどの自治体が脱却しているが、まだ脱却できていない自治体も残っている。我が国の経験を見ても、そこからの脱却に相当な期間を要しており、途上国でも簡単にはそのような姿勢は改まらないと予想される。

上層部からの収集作業の合理化の要請と、現場での含み資産の確保といった要請とは、簡単には折り合わないことから、ごみ収集の改善のプロジェクトは当初より難しい内部問題を抱えながらスタートすることになる。この点を十分に踏まえておかないと、改善プロジェクトは上からの監査のように現場で受け取られて、調査業務への目に見えない抵抗に出会うことになるので注意が必要である。

## 2-2 ごみ収集改善課題の特定

ごみ収集の問題を捉える基本視点、あるいは我が国の基本原則は、住民に必要なごみ収集サービスが適切に提供されているかどうかということである。また近い将来においても現状の収集の方法でその命題を達成することが可能かどうかということである。

ごみ収集の改善の場合は、日々の延長上で展望できることが求められることから、将来の目標期間は5～10年程度に留めておくことが望まれる。それより先のことになると、おおそ非現実的な課題になるので、中継基地などの施設整備を除いた長期的な課題についてはコンセプチュアルなビジョン（未来の絵）に留めて置くべきと考える。

### (1) 現状の問題点の検討視点

ごみ収集改善を行うためには、現状のごみ問題点を見つけ出すことが第1歩となる。この問題点を把握するための視点と把握するための方法を以下に示す。

- 市民の衛生的環境が十分に推進されているか
- 収集サービスが全域に提供されているか
- 収集サービスが公平か
- ごみの排出容器の標準化が行われているか
- 収集機材の標準化が行われているか
- 収集機材は適切に稼働しているか
- 効率的な収集が行われているか
- オペレーション管理（収集量管理等）が適切か
- 収集の組織的規律があるか
- 作業員の安全性が確保されているか
- 住民の協力が十分か
- 収集作業計画が十分か

これらの視点より、問題点を抽出する上で、観察、問診、データ収集と解析による方法が採られる。

収集分野は、地域によって収集方法が異なっている場合が多く、情報の収集と取りま

とめに手間暇が掛り、また全体像を把握しにくい。特にサービスのカバー状況や、地域に適用される収集方法、その収集の効率の現状についての把握をするためには、収集車両の稼働状況、ごみ収集量、収集に用いられる時間等のデータ収集が不可欠である。主たる方法は、タイムアンドモーションスタディー、オペレーションレコードの収集又はオペレーション状況の調査（収集場所、時間、収集量）、及び現地の観察調査である。なお現状の評価に当たっては、評価の基準を作成しておくことが必要であり、また何故このような項目について検討するのかを十分に相手国に説明することが望まれる。

## (2)問題点の解析

上記の視点より問題ありと判断される場合には、その問題の究明を行うことが次のステップとして求められる。

### 1)衛生上問題となるごみの散乱：

この原因として挙げられるのは、収集車が近くまで来ないとか収集車が来るまでの間隔が長いことによっている。またその原因として車両が足りない、収集の効率が悪い、オペレーション管理が悪い等のことが挙げられるが、さらに奥深い原因がある。途上国では一般的な現象であるが、住民からのチップが得られない地域の収集サービスは後回しにされる。この収集改善は社会問題でもあり、簡単には解決がつかない。

### 2)未収集サービスエリアの存在：

上記と同様の原因が挙げられる。特に未収集地域は、スクワッターエリアやルーラルエリアである。地域的な政治力の無い地域が未収集エリアになるのが一般的である。

### 3)収集サービスの不公平：

この点は政治的かつ経済的な力によって生じている場合が多く、義憤を感じても外部からはどうもしようがない問題である。

### 4)ごみ排出容器の標準化：

収集効率を改善するための一つの方法として、ごみ排出容器の改善が挙げられるが、何故標準化できないかを検討することが重要である。一般には所得の格差が大きすぎることが障害になっていることが多い。

### 5)収集機材の標準化：

開発途上国では、いろんな種類の収集車両が用いられている場合が多い。特にさまざまな国から援助で入っている場合にはそのような結果になる。

### 6)収集機材の適正稼働：

収集車両などは、通常、有るだけ使っているのが現状であり、故障時の予備車の観念がない。メンテナンスが不十分な場合が多い。

### 7)効率的な収集：

低効率の原因は、非常に様々な要因が絡まっている場合が多いが、その多くは社会的な要因である。例えば、労働の規範意識が低い、低賃金、ごみ排出の協力レベルが低い、計画的な運営管理が無い等が挙げられる。これらについては、非常に解決が困難であることから、できるだけ工学的な解決が見つかる原因の解析に力点をおく

ことも必要である。例えば、収集方法の変更、中継基地の整備、収集車両の運行管理システムの開発等が挙げられる。

8)オペレーション管理（収集量管理等）：

収集車両の計画的な運転管理がなかなかできないことの原因も社会的な要素が大きいのと思われる。計画的な運行管理が成立する基盤は、規則性及び標準化の観念である。この点は社会構造と密接に関連したことであり、ごみ部門のみがそれから超越して解決することは難しい。

9)収集の組織的規律：

上記と同じような問題である。

10)作業員の安全性の確保：

監督者の無理解や無関心が原因の場合が多い。

11)住民の協力：

住民への働きかけがなされていないこと、あるいは信頼されるサービスの提供がなされていないことなどが挙げられる。

12)収集作業計画：

オペレーション管理と同様の原因が挙げられる。

(3)現状の課題と将来との繋がり

現状の収集のサービスや効率を改善する上で、将来の望ましい収集の体系とどの様にリンクするのかを考慮しなければならない。

将来的な課題とのリンクとしては、収集のサービスエリアの拡大や、都市の膨張やごみ量の増加に応じた効率的な収集体制の確立などが挙げられる。社会的な要因も考慮しつつ技術的又は工学的な分野でその確立に寄与していく展開のストーリーを検討することが望まれる。

収集業務に絡む技術システムを十全に機能させるには、それを運営できる組織的な体制や費用負担能力が必要になる。将来に向けたごみ収集の改善には、その点も含めなければならないが、達成は非常に難しい。

2-3 改善の方法

収集の改善の目標として、収集サービスの拡大、ごみ量の増大にも対応する安定的なサービスの提供、出来るだけ安い費用によるサービスといった点が挙げられることになる。

これらの目標を達成するための課題は、状況に応じた収集機材の増強、及び収集効率のアップが中心的な課題になる。なお、収集サービスの拡大が、収集作業を巡る条件の悪化や予算確保難によって進まないことが多いことから、特に、増車による対応よりも、効率の改善が中心課題になる。

収集効率の改善に係る要素を列挙する。

- 収集の管理区域（オフィス、ガレージ）
- 収集の管理方法（量の管理、ルート、時間管理）
- ごみの排出規則（排出の方法）

- 配車計画（ごみ量との対応）
- 収集方法
- 収集車両の種類
- メンテナンス
- 直営か委託か
- 事業ごみの分離

#### (1)収集の管理区域（特にガレージの計画的な確保）

収集業務を効率的に実施するためには、収集エリアに近い所に、管理事務所とガレージがあることが望ましい。例えばジャカルタ、バンコク、アレキサンドリアなどの大都市では、行政地区ごとに管理事務所を持っているが、ガレージが無い場合がほとんどである。

管理区域は、行政地区と関連するので単独に設定することはできないが、将来的な展開を考慮した提言とガレージ用地の計画的な確保が重要な対策になる。

#### (2)収集の管理方法の改善

収集業務の管理は、車両管理、収集ごみ量の管理、ルート又は収集エリア管理、作業時間管理によって構成される。どの都市でも毎日のオペレーションデータは管理されているが、その管理の方法は、最終処分場などでの運搬回数、積み込み状況、到着時間のチェックなどである。概ね、満杯になっているかどうかと回数チェックが基本であり、ここまではどのような都市でも実施されているのが普通である。

これのみでは管理として不十分であり、トラックスケールによる収集ごみ量の計量、標準積載量や標準タイムスケジュールの設定と適用の管理、エリア及び運行ルートの設定管理が必要である。

また、交通混雑を避けるために、夜間収集や早朝収集も改善の一方法である。途上国では朝が一般に早いので適用が可能な場合があるが、住宅地区では好まれないようである。

#### (3)ごみの排出規則（排出の方法）

ごみの排出地点、排出頻度や排出の容器は収集の効率に大きく影響する。排出地点については、各戸の敷地内、玄関口、収集車両、共同の集積場、地域単位のデポなどがあるが、共同の集積場やデポのほうが効率が高くなる。ただし、衛生やごみの散乱を避ける上では各戸の方が望まれるし、集積場をつくる場合には、ごみの散乱が生じない排出容器の使用が望まれるなど、複雑な要因が絡んでくる。

排出の頻度は、途上国で非常に理解しにくい概念である。収集車を毎日動かしているのが毎日収集と思っているのが一般である。定期的に曜日収集を計画し管理することは、管理レベルが相当に上がった国でないと適用が難しい。

排出容器については、どの国、地域でも悩む課題である。容器の種類としては、コンクリートのバンカー、竹のバスケット、穀類の袋、プラスチック袋、プラスチックコンテナなどが挙げられる。収集業務との連携、住民の負担能力、容器の盗難の可能性など

を考慮しなければならず、各国の事情によって評価がことなる。基本的には、出来るだけ各戸収集を無くすことと、裸のごみが散乱するオープンステーション方式を無くすことがポイントであるが、地域の実情に応じた選択をしていくことが必要になる。

#### (4)配車計画（ごみ量との対応）

配車計画は、作業時間、計画積載量、地域のごみ量のデータが揃わないと立てることは難しい。配車と地域のごみ量とがバランスしているかどうかを評価することは非常に難しい問題であるが、そのためにも、収集ごみ量と時間の管理が不可欠である。収集エリアを設定し、マクロ的に配車が適正かどうかをチェックし、その上で、配車を見直す方法が第1歩である。近代的な配車計画では、標準作業量、ごみ量の変動に対する安全率（余裕）、定期性と定時性が条件になるが、このような条件は社会の成熟度によることから、十分にその点を考慮した改善を検討することが望まれる。

#### (5)収集方法

収集方法は、ごみの排出方法と収集機材とに関連している。収集方法に関する世界的に決まった呼称があるわけではないが、一般的には、各戸収集（ごみ排出位置によりさらにバックヤード、玄関口、カーブサイドに区分される場合がある）、ブロック収集（収集車両が地区の入口で待機、地区内をオルゴール等を流しながら収集）、ステーション収集（容器なしのオープンステーション、容器による排出のステーション）、コンテナ収集（数戸の小容量コンテナ、小地区単位の大容量のコンテナ）などがある。

その他、地区内での住民組織によるハンドカートなどによる収集とデポ収集の組み合わせのような方式もある。

それぞれ特徴があるが、収集の効率にとって最も避けたいのは、各戸収集と容器なしのオープンステーション方式である。これを止めるため我が国で一般化しているステーション収集の提案に向かいがちになるが、この方式の成立要件は、地域によるステーションの管理、決まった容器による排出、定期的な曜日収集の運行管理である。それぞれ全部揃わなければならないが、これが揃うような国は、恐らく途上国とは言えないような状況になっているのではないかと判断される。従って、中途半端なステーション収集は避けたほうが良く、各戸収集、コンテナ収集、ブロック収集などに落ち着かざるを得なくなるのが現実であろう。

#### (6)収集車両の種類

収集の効率をあげるためには、一般に車両の大型化及び機械化が望まれる。大型化は、一回の収集に出来るだけ多量に運搬出来る。機械化は、多量の運搬ができることと、積み込み、積み卸しの時間の節約により一日の往復回数を増やすことなどが期待できる。

大型化は、道路の条件により、地区内を走行できない場合があるので一般の家庭地区などでは無理があるが、デポ収集、大通りのルート収集、センター地区などの道路条件の良いところで適用が可能である。

一方、機械化については、コンパクト車、コンテナとの組み合わせのシステム車があげられるが、この選択は悩ましい問題である。途上国のスタッフにとっては、高価で



良いものを導入したいと考えるのは当然であるが、維持管理できないもの、自前で購入できないものは、最終的には寿命が短いのが常である。従って、維持管理ができるかどうか、継続的に購入できるかどうかを十分に考えて決めることが望まれる。

ただし、我が国でも言えることであるが、人間の作業を効率化するより、機械により効率化するほうが摩擦が少なくはるかに楽である。このため少々高価であっても、大都市のように、交通条件の悪いセンター地区などには、機械化した車両を集中投入することは止む終えない選択といえる。

#### (7)メンテナンス

車両のメンテナンスについては、第10章第4節「機材維持管理」を参照のこと。

#### (8)直営か委託か

収集効率のアップにとって委託も効果的な方法であるが、収集管理が十分に出来ることが基本要件になる。詳しくは第3章第3節「都市清掃事業の民間委託」を参照。

### 3. 既往調査における改善策の事例

JICAの既往の開発調査における幾つの収集改善の計画例について紹介する。

#### 3-1 アレキサンドリア

排出容器なしのステーションを廃止し、ごみが燃えたり、ハエの発生原因になっているとみられたコンテナ方式を廃止し、一般住宅地区ではプラスチック袋-ステーション収集、センター地区にはプラスチック袋により排出と戸別収集、郊外地区や特定の施設にコンテナ方式の適用を提案した。

また、ステーション収集地区に対しては、週2回の定曜日・定時の規則収集を提案した。プラスチック袋を購入できないような低所得層地区にはブロック収集も考えられた。また車両については、コンパクター車とダンプ車の適用が計画された。

以上の計画における反省点を挙げると、将来像を求めるあまり、コンテナ収集の廃止と規則収集の提案は非常に問題であった。前者は、コンテナの問題は排出マナーと定期収集の問題であり、その点の改善を時間を掛けて展望し、ステーションとの併用の段階的な適用を計画すべきと考えられた。また規則収集については、将来の像としては良いものの、実現化の可能性になると当面あり得ないことと思われる。エジプト社会への無理解のなせる業であったと言える。

一方、プラスチック袋の排出の適用は、フィットした提案であった。その大きな原因は、アレキサンドリアの住居のほとんどは都市型のマンション形式であり、住居内の保管にプラスチック袋が便利なことによる。収集実験を行った以降、この方式の良さが理解され定着したと言われている。また当局によってプラスチック袋の製造工場が導入され、その利用を積極的に勧める意思を持っていたことも背景にある。

### 3-2 ジャカルタ

JICAによるインドネシア国ジャカルタ市の都市廃棄物調査は1984～1987年にかけて実施された。その当時のごみ収集は、ジャカルタ市当局の懸命な努力にもかかわらず、収集サービスが十分に行きわたっていないことや、ハンドカートから収集車両への積み替え作業時間が長いこと、車両の稼働率が低いこと、多種類の車両が使用されていること、輸送距離が長く車両の回転数（トリップ数）が少ないことなどが問題であった。

中央区のごみ収集改善計画では、ごみ収集のカバー率100%、車両の機械化率100%（機械化の定義は、ごみ収集専用の積込み機能の付いた車両）、車両稼働率85%を目標とした。

この目標の達成のため計画的な配車、合理的収集システムの適用、コントロールシステムの改善、定時収集の実現を改善課題として掲げた。

合理的収集システムとして、4つの地区・地域特性に応じたシステムの適用を計画した。1つはカンボン地区のハンドカート→デポ収集の①ハンドカート→改善されたデポ→コンテナ収集への改善である。デポの設置できない地区でかつ道路サイドにコンテナの置ける地区に②スモールコンテナ収集を、デポも置けなくかつコンテナも置けない地区については③ブロック収集を、高所得地区には④個別収集を計画した。①②③④は既に試みられている方法であり、改善すべき点は計画的な適用と規則的な収集の実現など運用面であった。

また、商業・業務ごみを通常の市の収集から分離することを計画として示した。事後的にみると、改善計画どおりには進んでいないのが現状である。ただし、機械車両の導入が進んだといわれる。（現地企業が架装部を制作できるようになったこともその導入が進んだ大きな要因である。）

デポの改善や収集計画や管理システムの改善は、比較的費用をかけないで実施できるものであるが、現状では本当に困るほど追いつめられた意識が現地の当局者にないたため、なかなか熱心には取り組まれていないように思われる。逆に、機械車の導入は、表面的には先進国と同じになることへの満足、機械の調達にかかる利権の存在から熱心に取りくまるといった側面がある。以上のような社会的な要因について考慮してどう収集改善を計画するかはなかなか難しい問題である。

### 3-3 バンコク

JICAの廃棄物処理の開発調査は1990年に実施された。バンコクのごみ収集は特に区の中心的な業務であることもあり、様々な努力が行われており、調査時点でもかなり良く運営されていた。

将来に向けた課題は、将来のごみ量の増加、輸送距離が長くなること、人件費が上昇するであろうことへの対応である。

このため、現状の収集・輸送コスト450パーツ/トンと350パーツ/トンに改善する目標を立てた。

ごみ収集の改善として以下の5点を挙げた。

(1)ダストシュートの利用禁止及びコンテナ等の利用

- (2) 地域条件に応じて効率的な収集方法の適用
- (3) 最適な収集車両の採用
- (4) 定期的収集の定着
- (5) 民間業者の活用

#### 4. 今後の調査における開発課題・検討課題

収集改善は、組織的な問題が絡むことから非常に難しい課題である。我が国の都市清掃の経験者が、ごみ収集におけるソフト面での支援の必要性を指摘していたことがある。その重要性は理解できるが、長期の専門家として派遣された場合においても、ソフト面の支援は非常に難しいことを前提として、特にソフト面でも技術的に補完できることに集中して検討するのが実践的と思われる。

以上の点を踏まえて、今後の調査において検討が望まれる課題を挙げると以下のとおりである。

- 1) マイクロコンピューターを活用した情報管理と評価システムの開発
- 2) 主要な道路ネットワークと交通混雑条件を入れたルート選択の最適化シミュレーションモデルの開発

---

#### 参考資料

- 1. アレキサンドリア市都市廃棄物処理計画調査報告書 1986年2月 JICA
- 2. ジャカルタ都市廃棄物処理計画調査報告書 1987年11月 JICA
- 3. タイ国バンコク廃棄物処理計画調査報告書 1991年3月 JICA
- 4. Improvement of Solid Waste Management in Developing Countries by K. Sakurai IIC/JICA
- 5. 水道・廃棄物処理適正技術マニュアルごみ処理編 1989年3月 JICWELLS
- 6. 発展途上国における都市固形廃棄物整備計画マニュアル 1991年6月  
日本廃棄物コンサルタント協会
- 7. Management of Solid Wastes in Developing Countries by Frank Flintoff WHO
- 8. Environmental Management of Urban Solid Wastes in Developing Countries by S.T. Cointreau URB
- 9. Managing Solid Wastes in Developing Countries edited by J.R. Holmes WILEY
- 10. Solid Waste Collection Practice APWS
- 11. 収集運搬システム等に関する調査報告書 1992年3月 厚生省

## 第 2 章 第 3 節 街路清掃

途上国においては、街路清掃は収集と並んで清掃事業財政上の負担が大きい作業であり、派遣専門家・開発調査団員にはその合理化指導が求められるが、焼却技術を主体とする日本人技術者にはあまり馴染みが無い分野である。途上国の都市では、急速な都市化に伴う人口増で未熟練労働者に就業の機会を創出する社会的ニーズが高いことから、今後とも街路清掃の主流を占めるのは人力清掃である。そこで、人力清掃を中心に街路清掃の合理化の進め方について概説する。

### 1. はじめに

途上国の都市清掃事業の中で街路清掃は、作業員の数の面でも、また費用の面でも非常に大きな比重を占めている。費用的には全体費用の20～50%を占める場合が多く、例えばリオデジャネイロ市では費用構成は、街路清掃48%、収集36%、積み替え輸送11%、最終処分5%となっている。多くの場合途上国の都市では、資金難でゴミ収集がなされていない地区が数十パーセントのオーダーで存在するが、これらの地区にゴミ収集サービスを拡大するには街路清掃の合理化が一つのポイントとなる。

一般に作業の合理化にあたっては、費用と効果を定量的に把握する必要があるが、街路清掃の場合は、効果の定量的判定、すなわち清潔度の正確な判定は決して容易ではない。しかし近年清掃事業の民間委託が進む中で、民間が提供するサービスの質・量の定量的評価がますます必要になってきていることから、清潔度の判定基準の確立に努力している都市も見受けられる。例えばチリのサンチャゴ市では次のような基準を設けている。

#### サンチャゴ市の街路清掃レベル判定暫定基準

- レベルA 車道・歩道ともにちりも紙屑もない。
- レベルB ちりが中程度にある。
- レベルC ちりと紙屑が中程度にある。
- レベルD ちり、大量の紙屑、中程度のその他ごみがある。
- レベルE ちり、紙屑、その他ごみ、特に家庭ごみが大量にある。
- レベルF 家庭ごみの大きな山が公道上にある。

街路清掃で清掃対象となる廃棄物には、各種土砂・ちり（その発生抑制は困難）、紙屑・食べ物かす・びん・缶類（屑籠の設置、市民教育等で発生抑制が可能）、家庭ごみ（ゴミ収集が不十分な都市では急増する）、動物し尿（人間による路上脱糞が見られる都市もある）、街路樹の落葉などがある。抑制可能な廃棄物を抑制することが効果的街路清掃の前提であり、そのためにまずは信頼性の高いゴミ収集を実施し、それをテコに清掃事業への市民の協力を求めることが必要である。

ところで街路清掃は何故必要なのだろうか。勿論最大の理由は衛生である。人間・動物

の糞尿や家庭ごみの散乱は病気の伝播を招き、人間の健康に脅威をもたらす。紙屑の散乱等は美的観点からも問題ではあるが、人々の心理的抵抗感がなくなり、あらゆるごみが気安く街路に捨てられることにつながるものが問題である。ちり・ほこりは目・鼻・喉・呼吸器を刺激し、アレルギーを起こす。また雨に濡れると車両のスリップの原因となる。ガラスの破片等は、通行人や通行車両の安全を脅かす。乾燥した有機物には火災の危険、濡れた有機物には通行人や車両のスリップの危険がある。また廃棄物が清掃されないまま街路にあると、側溝を塞いで浸水の原因となったり、下水管中に流出して下水道への負荷を大きくしたりする。また人は誰も汚い町に住みたいは思っておらず、訪問者が感心するほどの清潔な都市は居住者にとっての誇りであり、従って都市美化も街路清掃の大きな理由の一つである。

## 2. 街路清掃における要検討事項

### 2-1 効果的街路清掃の前提条件の確保

効果的な街路清掃の実施には、少なくとも次の三つの前提条件を満たしておく必要がある。まず第一は、信頼性の高いごみ収集（定日・定時収集）を実施すること、第二には市民の義務を条例等で定め市民に徹底しておくことである。市民の義務とは、ごみを公共の場所に捨てない、家のごみを外に掃き出さない、土砂の運搬にはまき散らさないように適切な車両を使用する、緊急時以外は街路上で車両の修理を行わない、洗車を公道上で行わない、ごみを公道上で燃やさない、公道上で絨毯を叩いたり、不要な水を撒いたりしないなどである。そして第三には使い勝手の良い屑籠を商業地区等人出の多い地区に適宜配置し、たまったごみを定期的に回収することである。このようにしてもなお街路は汚れるので、計画的な街路清掃が必要となる。

### 2-2 街路の構造と清掃責任

通常街路は、図-1に示すような構造を持ち、車道（street）と両側の歩道（sidewalk）の境は縁石（curb）と側溝（gutter）によって仕切られている。ここで車道の中心部は、

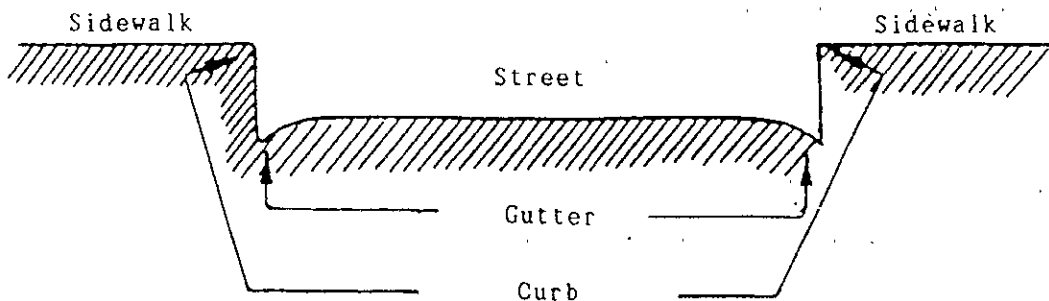


図-1 道路構造

車が起こす風でゴミが側溝に吹き寄せられるので、通常は掃く必要はない。また条例等で各戸の前の歩道の清掃（門前清掃）を市民に義務づけてある場合には、清掃局の作業員は歩道を掃く必要がない。この場合は、清掃事業体には市民にこの義務の遂行を求めるべく指導することと、側溝部分の清掃を行うことが求められてくる。

### 2-3 清掃頻度

清掃頻度の設定は地域や道路の性格に応じて行うことになる。繁華街の道路の場合には1日1回の清掃でも清潔度が保てず、美観や快適性保持のため2回以上の清掃を行うことが求められてくる場合がある。他方住宅地では、週1回とか2回という頻度が多い。こうした頻度設定は適宜見直しが必要であり、過剰頻度を避けるとともに、地区間のバランスが重要である。

### 2-4 清掃方法（人力清掃か機械清掃か）

清掃機械が労賃に比し安価で、スペアパーツも含め調達が容易な先進国では機械清掃が一般的であるが、途上国ではこれらの条件は一般に満たされない。従って、交通量の極めて多い幹線道路で、夜明けから早朝のラッシュ時までの短時間に清掃する必要があるなどの特殊例を除けば人力清掃が適している場合が多い。機械清掃には、訓練されたオペレーターが必要である、駐車が多い街路では効果的な清掃が出来ない、街路樹が低く繁っている街路には適さない、路面の舗装状態の悪い街路の清掃には適さない、交通量の多い街路では他の車両の通行の邪魔になる、国内に数台しかない機材ではスペアパーツの確保が極めて難しい、などの難点がある。

### 2-5 他セクターとの協調

教育セクター、情報セクターとの協調のもとにごみ学童教育・市民教育を学校や、テレビ、ラジオ、新聞等を通じて強化する必要がある。また交通担当部局や公共事業部局に要請して、駐車規制の強化や道路舗装の改善を進めることも重要である。駐車規制については、例えば隔日に道路の右側、左側に駐車させる、などの方法がある。

### 2-6 街路清掃費の負担

街路清掃にはかなりの費用がかかる。この費用をいかにして調達するか、言い替えれば誰が負担するかについての検討が極めて重要である。まず第一にいくら費用がかかっているのかを把握する必要がある。その上で、受益者負担ということでこれを住民に料金・税金の形で負担させるのか、それとも市民全般が受益者であるとして市の一般財源から一部または全部を出すのかを判断する必要がある。この判断については一般に清掃局より上のレベル、すなわち市長レベルでなされる必要がある。

### 3. 人力清掃

#### 3-1 清掃頻度と清掃作業時間帯

清掃頻度については既に 2-3で述べた。清掃作業時間帯については夜間清掃は邪魔な車両交通も少なく、清潔な街路で朝が迎えられるという利点があるが、作業の管理監督がしにくいという難点がある。一般的には朝の交通ラッシュ前の早朝街路清掃が好ましい。商業地区では交代制をとって終日街路清掃を行う必要がある場合がある。

#### 3-2 人力清掃の効率

人力清掃の効率は、対象地域の性格、地形、舗装の良否、歩行者・車両の交通量、清掃機材の使いやすさ（重量その他）、作業員の熟練度などによって変わってくる。ラテンアメリカ諸国での経験によれば、ごみ発生密度の極めて高い商業地区・市場周辺などを別とすれば作業効率は一人一直当たり2.0~2.5清掃キロメートルである。街路は通常両側を清掃する必要があるから、これは道路延長としては1.0~1.25キロメートルに該当する。

#### 3-3 人力清掃の利点と欠点

人力清掃の最大の利点は、途上国の都市に溢れる未熟練労働者に雇用の機会を与えることである。加えてこの方法は、いかなる舗装・未舗装の道路にも対応でき、歩道や安全島(Pedestrian Island)の清掃も可能で、駐車中の車その他の障害物への対応も容易である。必要な投資は作業服、箒、手押し車、その他の道具と僅かであり、機材の維持管理費用も少なくすむ。作業員の訓練も最小限ですみ、労働力の調達は容易である。機械清掃車に損傷を与えるような鋭利な物の清掃も容易である。

欠点としては、泥、砂、ほこりなどの清掃では機械清掃に劣ること、作業員の賃金等の運転経費が大きく、清掃事業経費の大きな部分を占め、しかもそれは待遇改善のため年々上昇し清掃財政を圧迫すること、労働災害の発生頻度が高いこと、作業員の欠勤率やアルコール依存者の比率が高い都市が少なくなく、監督が不十分だと効果的な作業は期待できないことなどがあげられる。

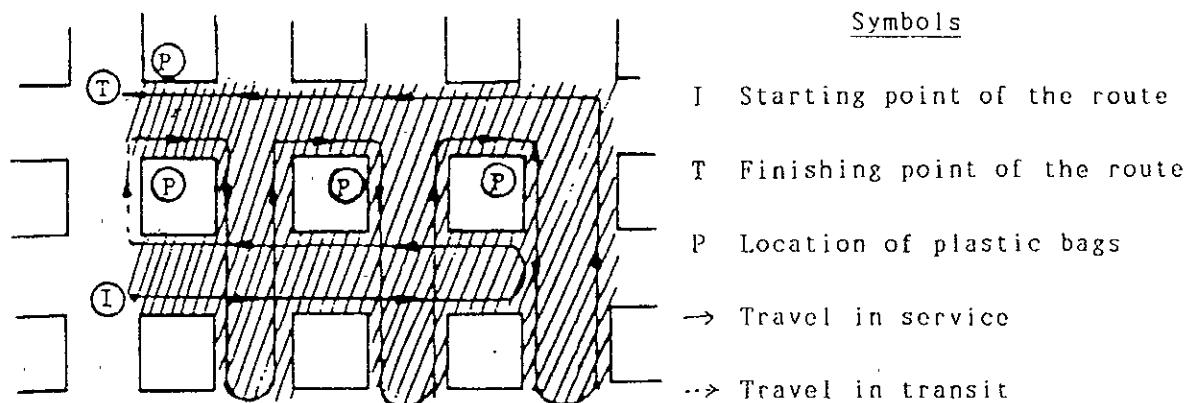
#### 3-4 人力清掃用の資機材

基本的な資機材は箒、塵取り、手押し車である。箒には穂先の長いものと短いものがあり、長くてしなやかな穂先は舗装のない道路や歩道の清掃に適し、短くて固い穂先は側溝にこびりついた土砂を掃き集めるのに適している。手押し車には200ℓのドラム缶を廃物利用している都市もあるが、道路清掃ごみの比重は一般ごみの比重より重く、満杯となると作業員には過大な負担となる。100ℓ前後で車輪もゴムタイヤ付きの全体として軽量のものが望ましい。こうした機材は穂先の材料も含めローカルの材料を活用し、清掃局のワークショップ等で自家生産するのが望ましく、また作業員の意見を取り入れて使い

やすいデザインの開発を進めることがとりわけ重要である。また経済条件が許せば、色を特定したプラスチック袋を作業員に提供するのが望ましい。作業員は手押し車のごみ容器中にプラスチック袋を内張りし、この袋が満杯となったら取り出してあらかじめ定めた幹線道路の路肩に置き、次の袋を内張りして街路清掃作業を継続する。そしてその色から街路清掃ごみが入っていることが一目瞭然のプラスチック袋は、専用のオープントラックで集める。こうすると満杯になった手押し車を積み替え拠点まで往復して空にする時間が省け、作業効率が格段に向上する。

### 3-5 街路清掃ルート設計

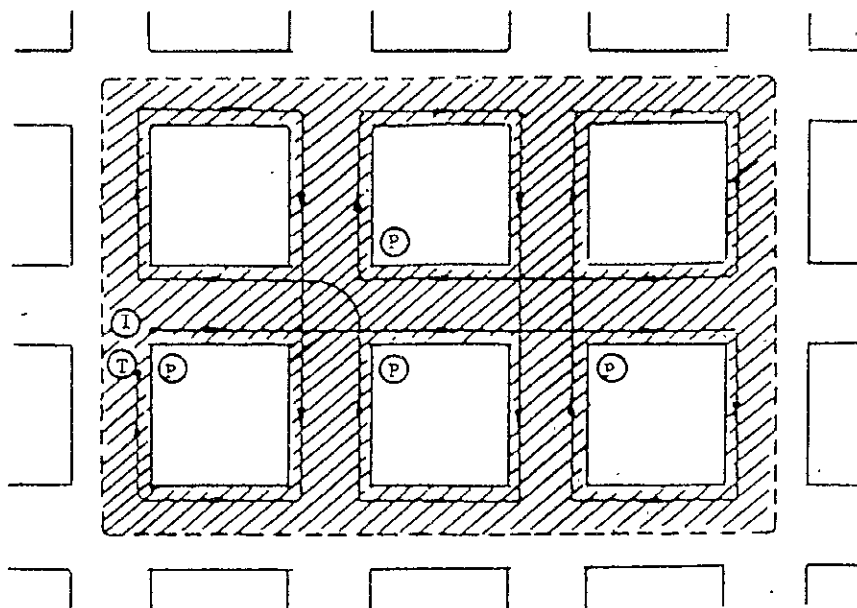
街路清掃はグループに作業を割り振る方式（これは公園や砂浜などの清掃に適している）と一人一人の作業員に分担地域を割り振る方式がある。後者の場合、その作業手順は作業員任せとなっている都市がほとんどであるが、ごみ収集作業と同様に合理的な街路清掃ルート設計し、作業員に指示することで、作業の効率と安全性が向上する。割り振り作業量が2.4清掃キロで一街区の一辺が100メートルの場合、例えば図-2の作業方法をとると手押し車を押しながら道路を横断する回数が多く、従って事故の危険も高く、作業効率も低くなる。この方法を図-3の作業方法に切り替えれば、横断回数18回から8回へと半分以上になり、作業効率・安全性がともに向上する。



Assigned work = 12 street segments  
 Number of street crossing = 18

図-2 人力街路清掃ルート (Method of Street Segment Assignment)





Assigned work = 6 blocks  
 Number of street crossing = 8

図-3 人力街路清掃ルート (Method of Block Assignment)

#### 4. 機械清掃

機械清掃車には、ブラシで掃き寄せたごみを後方のブラシとベルトコンベア等で機械的にごみ貯留室に送り込むタイプと、掃き寄せたごみを真空吸引するタイプの2タイプがある。吸引タイプの清掃車は細かなほこりも吸引するので街路がより綺麗になるが、各種のごみが大量に捨てられている場合には吸引パイプの目詰まりが起き易い、舗装状態の悪い街路では吸引効果が落ちてしまう、構造が複雑で特別の維持管理が必要である、などの難点がある。

一方通行の道路を機械清掃する場合には、ブラシのみならずハンドルが左右両方に付いた清掃車が必要となる。オペレーターはブラシの位置を道路の縁石にぶつけないように調節する必要があり、そのためには歩道側のハンドルを用いての運転が不可欠となる。街路清掃車は、ほこり防止のため散水しながら清掃していくので水タンクを備えているが、その容量は一作業日をカバーするには不十分であり、作業の途中で水の補給が必要となる。従って水の補給をどこで行うかをあらかじめ計画しておく必要がある。また貯留室にごみ一杯になったあとそのまま埋め立て地まで移動するのは、街路清掃車の移動速度が低いので得策でないことが多い。従ってこのごみをどこでどのように他の車両に積み替えるかの計画も不可欠となる。

作業時間帯については、駐車車両が作業の障害となるのでこれを避け、商業地区や幹線道路では夜間に、住宅地では昼間に作業を行うのが一般的である。ごみ収集作業や人力清掃作業と同様に、清掃ルート設計を行う必要があることは言うまでもない。また作業の

性格上街路清掃車は泥とほこりにまみれるので、機材の毎日洗浄などその日常点検整備が不可欠である。

## 5. 市民教育

市民の協力なくして清潔な街路の実現はなく、そのためには市民教育が欠かせない。ここで市民教育には市民一般を対象にしたものと、具体的な問題に具体的な対応を求めるために特定の市民集団を対象に行うものの2種類がある。前者について最も効果的なのは、まだ柔軟な小中学生を対象としたごみ教育である。後者の例としては、住民が決められた時間よりもずっと早くごみを外に出すため、収集前に動物がごみをまき散らし街路清掃の負担となっているなどの問題に対し、その住民に決められたごみ排出方式を説明したパンフレットを配る、などがあげられる。

## 6. 労働安全

街路清掃作業は公道上での作業のため、交通事故や鋭利な廃棄物による怪我などの労働災害に見舞われる危険性が高い作業である。薄明時や雨天時など悪条件下での作業の際には特に危険である。危険防止のためには、労災が発生した際の原因分析を徹底し、その原因（危険な労働環境と作業員自身の安全を無視した作業態度）を取り除くべく危険の除去、安全ギア(Safety Gear)の提供（蛍光ベストの着用等）、労働者の安全教育などを実施することが重要である。またこうした作業を進めるには、労使による作業安全委員会のようなものを設置するのが効果的である。しかし給与水準が低いため、終業後にセカンドジョブに従事して家計を維持するなどの事情で疲労し、注意力が低下して事故につながるなど清掃局レベルでは容易に取り除き難いものが事故原因となっている場合もある。

## 7. 管理監督

街路清掃は、途上国清掃事業中における費用面での比重が極めて高く、また大量の未熟練労働者を屋外で作業させることから、効果的で安全性の高い作業の実現のためには適切な管理監督が欠かせない。管理監督としては、費用面での管理と作業面での管理の両方が必要となる。このためには適切な管理用帳票を作成し、あわせて現場監督者の訓練を行う必要がある。

---

### 参考資料

1. Street Sweeping, Enrique Davila Vasquez and Francisco Galvez von Collas  
(Translated by Kunitoshi Sakurai)

## 第 2 章 第 4 節 高層建築におけるごみ排出の改善

住宅ビル、オフィスビル、商業ビルといった高層建築物からのごみの排出に係る問題は、集積度が高い都市において共通の問題である。建物内におけるごみの運搬及び排出は、一般的に、施設の管理者によってなされ、住民あるいはテナントのごみ排出の利便性や効率の確保を目的として、ダストシュートが設置されている事例も多いが、衛生上の問題もあり、使用を廃止された事例も見受けられる。シンガポールでの事例を紹介しつつ、高層建築物におけるごみ排出の改善策について概説する。

### 1. はじめに

シンガポール共和国 (Republic of Singapore ; 以下、単に「シンガポール」という。) は、中国系約 76%、マレー系約 15%、インド系約 7%、少数のパキスタン、セイロン系等から成る複合民族国家であり、それぞれの民族が独自の生活習慣、慣習、宗教等を有している。

シンガポールの特徴の 1 つは、強力な住宅政策にある。1960年に国家開発省に付属する法定委員会として住宅開発局 (Housing Development Board ; 以下、単に「HDB」という。) が設立されて以来、住宅建設が急ピッチで進められた。HDB は、当初、低所得者層向け住宅の建設に取り組んでいたが、1982年にジュロン市開発公社 (Jurong Town Corporation) 及び中流家庭向け住宅を建設する住宅都市整備公団 (Housing and Urban Development Company) の事業を統合し、唯一の公営住宅建設事業団体となった。1986年においては、HDB 住宅に居住する人口は国民全体の約 84% に達している。

集合住宅の形式は、当初は 4～5 階建てと中層のものであったが、次第に高層化が図られ、現在では 13～20 階程度の建物が主流になっている。国民の大部分が高層住宅に居住するようになった結果、大規模ビル、特に、高層集合住宅からのごみの排出に係る問題が顕在化するに至った。

### 2. 問題の概要

シンガポールが経済的な成功をおさめ、ごみ排出量は急増した。また、強力な住宅政策の推進により住宅の高層化が進んだ。この結果、ごみの収集に係る問題は、公道に面したごみの集積所からごみを収集して処理する環境省 (Ministry of the Environment) よりもむしろ、住宅ビル等からごみを収集し、ごみを集積所まで運搬する義務を有する HDB 側でより深刻な形で表れた。以下にシンガポールの HDB 住宅におけるごみ収集システムを紹介し、高層建築物としてのごみ排出の問題の概要について述べる。

## 2-1 高層住宅ビルからのごみ排出システム－シンガポールHDB住宅

大規模建築物におけるごみの排出システムは、基本的に次の工程から成る。

- 排出：排出者が収集に結びつけるごみの貯留地点までごみを持ち出す工程
- 収集：収集車（員）が収集地区に到着してからコンテナが満載になるまでの移動を含めた工程
- 一次輸送：ある程度の規模を持つ地点（中継地あるいは地区内処理場）までごみを運搬する工程
- 二次輸送：中継地から地区外あるいは遠距離の処理場まで大量に運搬する工程

HDB住宅におけるごみ収集は、環境省公衆衛生局が定めた「公衆衛生に係る実施要綱 (Code of Practice on Environmental Health)」に基づいてなされており、具体的には、以下のとおりである。

### (1)ごみの排出とダストシュート

住宅において発生したごみは、ダストシュートを用いて排出される。初期に建設された住宅ビルの一部では、ビルの端に共用のダストシュートが設けられたものもあるが、近年建設されたビルについては、ダストシュートの投入口は、各世帯毎に設けられるのが基本となっており、通常、台所の流し台の下に設置されている。

ビル1棟あたりのダストシュートの数は、基本的には各フロア2世帯に1本の割合で設置されているので、ビルの構造によっても異なるが、1フロア4世帯の20階を超える高層住宅ビル（ポイントブロック）の場合2本、1フロア6世帯を上回る16階程度までの高層住宅ビル（スラブブロック）の場合3本以上設置されている。

ダストシュート内面のごみの付着は、害虫の発生等の衛生上の問題を引き起こすと同時に臭気を発生するので、散水装置によりダストシュートは定期的に洗浄される。

ビルの種類を問わず、ダストシュートは、居住者にとって排出するごみのサイズの制限を除けば、ごみの持ち出し距離がゼロに等しいこと、また、排出時間帯に係る制限もなく極めて利便性の高いシステムであるので、住民の満足度は高い。

### (2)ごみの現場一時保管－200ℓレフューズ・ビン

ダストシュートを利用する場合のごみの現場一次保管の方式としては、下部に貯留槽あるいはコンテナ容器を用意するものと、下部にホップを設置し機械的に開閉し収集車に直接積み込めるようになっているホップ方式とがある。

HDB住宅においては、前者の方式が採用され、家庭からダストシュートに投げられたごみは、ダストシュート底部のチャンバー内に置かれた200ℓの容器に一時的に保管される。ダストシュート底部のチャンバーには排水口が設けられており、ごみの汚汁とダストシュート洗浄水の排水が可能となっている。チャンバー内面はタイル貼りであり、洗浄することにより清浄な状態が保てるように設計されている。

### (3)ごみの一次収集と運搬－700ℓコンテナ

200ℓの容器に一時保管されたごみは、700ℓの可搬式コンテナを用いて人力により収集される。200ℓの容器からコンテナへごみを効率的に移し替えることが可能なように、収集作業は2人1組のクルーにより行われる。収集は、日曜日、祝祭日を含めて毎日行われ、早朝から開始され、午前中には完了するのが一般的である。

コンテナが満杯になると、収集されたごみは、住宅開発地域内の公道に近接した場所に建設されたビンセンターまで運搬される。

### (4)ごみの二次収集－反転コンテナボックスとパッカー車

700ℓの可搬式コンテナは、環境省のごみ収集車に接続可能な反転コンテナボックスとしての機能を備えている。1カ所のビンセンターには15～30個のコンテナが集積されている。1カ所の収集地点に2～5トン程度と大量のごみが集積されていること、また、導入されている収集車両が8トンクラスと大型であること、さらに、清掃車への積み込みは機械式(Mechanical Loading)であるところから、二次収集における効率は極めて高い。

## 2-2 各工程に係る問題

### (1)ダストシュート

ダストシュートは、高層建築物特有のごみ排出システムであり、重力を利用した簡便で効率の高いシステムであるところから、国や地域を問わず数多くのビルで利用されている。また、各階に投入口を設けられるので、居住する者にとって非常に利便性が高いという特長も有する。

しかしながら、投入口周囲に散乱したごみやダストシュート内面に付着したごみにより、悪臭や病害虫の発生といった問題を引き起こし易い。また、ダストシュート内でのごみの閉塞という欠点も持つ。このことから、日本では、ビルの建設に際してダストシュートの導入を見合せたり、また、既存のビルで設置してあっても利用を廃止するところも多い。

エレベーターでビル内をごみを運搬する方式と比較して利便性が高いところから、今日、依然としてダストシュートへの要求は根強く、ごみを袋に入れた上で利用することを取り決めたり、オフィスビル等においては、主に紙ごみの排出用に利用し、厨芥類についてはスラリー輸送方式を導入するといった形でかなりの数のビルで利用され続けている。さらに、ダストシュート内面のごみの付着といった欠点克服を目的として、空気圧等を利用した機械式のダストシュートの開発も試みられている。

### (2)現場一時保管

ダストシュートの有無にかかわらず、高層建築物におけるごみの一次保管のためのスペースを適切に確保することは重要である。歩道の一隅にごみ収集のためのステーションを設置する場合と異なり、高層建築物では多くの場合、一次保管のためのスペースが構造壁で区画される。一度建設されてしまうと、以後に大きな改造や拡大を行うことは

困難である。

HDB住宅では、ダストシュート底部のチャンバーは、建物の用途や高さに関わりなく200ℓの容器が設置可能なように建設されている。高度経済成長に伴って、ごみ排出量の増大やパッケージごみの増大を始めとするごみ質の変化により、今日、10階建て以上の住宅ビルにおいては、保管容器の容量が過少になっている。結果として、ごみの保管容器からごみが溢れ出ていることが頻繁化している。容器から溢れ出たごみは排水口の閉塞を招き、ごみの汚汁がチャンバー外部に流れ出ることもあり、衛生状態の悪化を招く要因となっている。

### (3)ごみの一次収集と運搬

高層建築物からのごみ収集は、収集車がビル内の保管場所へ直接アクセスする方式とビルの外に設けられたごみの保管場所にアクセスする方式の2通りがある。また、ごみの排出源から保管場所までのごみの運搬は、住民（テナント）自身によってなされる方式とビルの管理者が雇用した専従職員によってなされる方式の2通りがある。住宅ビルの場合は前者が、オフィスビル、商業ビルといった事業系のビルの場合は後者が選択される傾向にある。

高層建築物においては、面積当たりのごみの排出密度が高いところから、ごみの収集効率も高いものが追求されがちであるが、システムの選択が適切に行われないうちのほかに取扱プロセスが長くなり、収集効率は低いものになってしまう。

HDB住宅からのごみの収集とビンセンターまでのごみの運搬は、HDBの職員によりなされる。作業は、ほとんど全てが人力である。チャンバー内のごみ保管容器が過少となりつつあり、単に、ごみを200ℓの保管容器から700ℓのコンテナに移し替える作業に止まらず、スコップと箒を携行してのチャンバー内清掃が必要になっている。収集するごみの量が年々増大する一方で、収集作業が非効率的になりつつある。

HDBの住宅開発の規模が大きいところから、人力によるビンセンターまでの運搬距離も長くなり、この過程での効率もまた低い。また、HDBにおけるごみの収集形態は、ビンセンターが中継基地としての役割を果たす、言わば小規模な中継輸送システムであり、機械化等の改善を行っても全体としての収集効率の改善が困難な事例である。

## 3. 問題へのアプローチ法

問題の解決に取り組むにあたって必要な留意事項、調査項目及びシンガポールにおいて採られた改善事例を以下に述べる。

### 3-1 排出方式

高層建築物内におけるごみの運搬手段は、厨芥をスラリー化して管路で輸送するという特殊な方式を除けば、ダストシュートとエレベーターの2方式しかない。ダストシュートは、前述したように衛生上の問題も大きいところから、最近ではエレベーターを利用して運搬する方式が採用される事例が多い。しかしながらエレベーターもまた、待ち時間が長

い、あるいは生鮮食品とごみが一緒に運搬されるケースも発生するといった欠点もある。

#### (1)調査項目

海外技術協力を進めるにあたっての調査項目を以下に例示する。

- 1)歴史的背景 :ダストシュートの導入経緯、普及率、代替システムの導入事例と稼働実績
- 2)サービスレベル:代替システムの一部の導入が住民間に著しいサービスレベルの低下もしくは向上を招き、不平等をもたらさないか。また、そのサービスレベルの差は、料金制度等により解消可能か等
- 3)排出源保管 :食生活、家庭内での保管器具の普及の難易等
- 4)排出ルート :代替システムを導入した場合、エレベーターへのアクセスの便利性
- 5)ごみ質 :水分の過多等排出ルートの汚染のおそれ等
- 6)集積所 :持ち出し距離と集積所建設の可否

#### (2)シンガポールの事例

HDBは昔からの戸建て住宅やテラスハウスを取り壊し、再開発を進める形で高層住宅及びショッピングセンターやフードセンター等生活関連施設の建設を進めてきた。住民が高層住宅に移った後、窓からのごみの投げ捨てが日常的に発生したところから、HDBは、ごみ排出の利便性を高めること等により問題の解決を図った。

今日、各家庭の台所に直結されたダストシュートによりごみを排出することは、シンガポール国民の全てと言っても過言ではないHDB住宅の住民にとって、生活の一部となっている。一方、HDB側は、排出システムの変更による窓からのごみの投げ捨ての再発を懸念している。カウンターパートとの協議を重ね、既存の住宅ビルにおいては、エレベーターの停止階は5階に1カ所の割合であり共同の廊下もなく排出の利便性が十分でない、また、集積場所の適切な確保も困難であるとの結論に至った。

これらのことから、既存の住宅ビルについては、保管と住宅地域内の一次輸送に係る改善に取り組み、新規に建設する住宅ビルについては、ダストシュートのあり方を含めて検討するものとした。

### 3-2 現場一時保管

#### (1)調査項目

高層建築物においては、多くの場合、現場一時保管のためのスペースが構造壁等により区画され、ごみの排出変動に対する柔軟性に乏しい、また、ごみの排出形態は自然・社会環境、慣習等によって様々に変化するところから入念に調査し、建築物の設計・建設担当者に適切なデータを提供することが必要である。

主要な調査項目を以下に例示する。

- 1)排出ごみ量及び原単位:住宅ごみについては居住者1人あたり、また、事業系のごみについては、面積あたりの排出重量とするのが一般的である。
- 2)排出ごみ質-ごみ組成と見掛け比重:現在のごみの把握及び将来のごみ質の予測

- 3) 排出変動 : 週率及び季節変動
- 4) 収集頻度 : 祝祭日における勤務形態、労務単価の将来における変動とそれが収集頻度に及ぼす影響
- 5) 保管容器 : 必要容量、操作性等

## (2) シンガポールの事例

排出方式の変更、保管スペースの拡大が困難であり、また、コンパクターの導入等による装置化も効果がないと判断された。改善手段としては、容器をチャンバー形状に合わせた設計とすることにより容量の拡大を図り問題の軽減を図った。また、ごみを容器と他の容器に移し替えず、運搬するコンテナ輸送方式に適合するものとした。

## 3-3 ごみの一時収集と運搬

大規模建築物においては、ビルの外部に集積所を設けると一時保管場所から集積所までの運搬のプロセスが発生する。これは、地域内のごみの収集効率が低下を招くこととなるので、大規模でごみの排出量が多いビルについては、一般的に、収集車両が直接ビルにアクセスする方式が採られる。

### (1) 検討事項

未熟練労働者の賃金の安価な開発途上国にあっては、人力に頼りがちではあるが、車両の導入は投資コストに比較して改善効果が大きいことに留意して以下に示すような項目について調査する。

- 1) 収集方式 : 荷積み、荷降ろしの方式
- 2) 運搬方式 : 定置コンテナ方式とコンテナ輸送方式の比較
- 3) 周辺環境への影響 : 騒音、悪臭、交通への影響等
- 4) 収集運搬効率 : 既存システムと代替システムの比較

### (2) シンガポールの事例

収集作業員が 700ℓ のコンテナを押して移動しながらごみを収集していく方式に変わる手段として電気自動車を導入された。収集が早朝から行われるところから、騒音の問題を考慮して電動式が採用された。空のごみ容器を 4 個を積載し、ダストシュート毎にごみの入った容器（実容器）と交換していく方式である。住宅ビルへの直接のアクセスを優先したため比較的小型のものとなっている。

基本的には、定置コンテナ方式からコンテナ輸送方式への転換であるが、標準化された多数の容器を使用するところから、コンテナ輸送方式特有の空容器を元の場所に戻す無駄なプロセスはない。しかし、容器内のごみ量が少ない場合は輸送量の割りにトリップ回数が増大し収集効率が低下するという欠点は依然として残す方式である。

最後に、高層建築物におけるごみの保管と排出の問題は、開発途上国、先進国であるを問わず、高度に集積が進んだ都市の抱える共通の問題であると言える。高層ビル等の大



規模建築物を計画・設計する側は必ずしもごみ処理の専門家ではないにもかかわらず、大規模建築物からごみを排出するために開発されたシステムは多様でありかつそれぞれ固有の得失を有する。したがって、システムの選定にあたっては、大規模建築物の計画・建設担当者のごみ処理に係る技術者の協力と綿密な検討を要する。

---

#### 参考資料

1. Solid Wastes, George Tchobanoglous and 2 others, Mcgraw-hill/Kogakusha
2. Disposal and Recovery of Municipal Solid Waste, Michal E Henstock, Butterfield
3. Future for Refuse, Shoichi Hayami, Housing Development Board, Singapore
4. Code of Practice on Environmental Health, Environment Health Dept. Environmental Public Health Div. Ministry of the Environment, Singapore.

## 第 2 章 第 5 節 ごみ輸送の合理化

開発途上国のどの大都市も、市域が広がり最終処分場を都心から近い所に確保するのが難しい状況にある。このため、収集したごみを遠隔の処分場に運搬することが求められることになり、収集車両のままで輸送していたのでは十分な収集サービスを維持することが出来なかったり、また収集輸送コストの負担が清掃事業財政を圧迫する事態が生じる。

このような問題を解決するためには、中継輸送の導入による輸送の合理化が望まれることになる。

そこで輸送の合理化の方法や計画の立て方について示し、今後の技術協力の参考としたい。

### 1. はじめに

開発途上国は中央集権的な国家が多く、また政治、産業、文化の中心である首都等への人口・産業等の集中化が激しいのが一般的である。このため、都市の市街化地域がどんどん拡大・外縁化し、収集したごみを相当に遠い処分場まで運搬する必要がでてくるのが一般的である。

大都市では、最終処分場が遠隔化するの避けられない事態ではあるが、そのような事態になってもごみ輸送の合理化についてなかなか取り組まれないのが現状である。その理由としては、大型の収集車両に半日程かけて過剰にごみを積み込むことが多く、そのような場合には、積み替えの必要を感じにくいことや平ボディ車などの比較的安価な機材が利用されていることなどが挙げられる。また、人件費が国民財政から割り当てられるような国などでは、要員が多いほど予算が多くなることから現場では輸送の合理化への動機が生じにくいといった社会的要因なども挙げられる。

しかし、都市の財政に占める清掃事業費用がますます大きくなり、また高価な収集機材を利用するようになると、輸送の遠隔化による費用の負担増の削減や機材の有効な活用が不可欠な課題になる。この課題に対応するためには積み替え輸送（以下「中継輸送」と言う。）が必要になるが、開発途上国では、その導入を意思決定するための情報や検討の方法論を持っていない場合が多い。そこで本章では、輸送の合理化の必要性に関する問題の特定の方法、合理化方法とその適用の検討方法、及び J I C A の開発調査における中継輸送の検討事例を整理しておく。

### 2. 輸送の合理化に対する問題の特定

#### 2-1 現状の把握

ごみの輸送とは、ごみ収集作業が終わり、ごみを処理場へ運ぶまでを指すこととする。

このごみ輸送の合理化を検討するための実態の把握とは、ごみ収集の実態を把握するのと基本的に同じであるが、特に輸送に注目した実態として次のような事項があげられる。

- 車両の購入価格
- 車両の平均的積載量
- 処理場と収集エリアの中心との距離
- 輸送時の平均時速
- 輸送路の混雑状況
- グロスの収集時間（収集エリアでの作業時間）
- 収集コスト

#### (1) 車両の購入価格

過去に購入した時の価格ではなく、調査時点の価格が良い。無償の援助による車両については見積り推定価格とする。

#### (2) 車両の平均的積載量

収集車両の平均的積載量は、トラックスケールのある都市では容易に求められるが、置いていない都市ではポータブルのトラックスケールで調査しなければならない。

なお、平均的積載量の実績をそのまま収集輸送の合理化を検討するための基礎データとして用いることには注意が必要である。何故なら、輸送の合理化が必要とされている都市では、異常なほどの過積載が行われている場合が多いためである。

#### (3) 距離・速度・混雑状況

大都市の最小行政単位（区レベル）の中心から、輸送に利用される道路の距離を、地形図より計測ないしは実際に車を走らせオドメーターを読むなどの方法で把握する。

速度は、実際に車を走らせて求める、あるいはタイム・アンド・モーション・スタディーで得られた結果を用いる。

混雑状況は、輸送ルートや輸送時間帯が適切かどうかを得るため把握する。

#### (4) グロスの収集時間

ここで示すグロスの収集時間は、タイム・アンド・モーション・スタディーで把握する。

#### (5) 収集コスト

収集コストの求め方について、第2章第2節「収集改善」で触れられていないが、収集の改善や輸送の合理化を検討する上で不可欠なデータである。にもかかわらず、このコストを正確に把握することは意外に難しい。車種別のコストを試算するためのデータを集めることが結構な作業になる。

コストを試算するために次のような情報を把握する。

- 平均人件費（作業員と運転手とでは額が異なるので注意する。）
- 車両の平均利用年数（耐用年数が定められている場合は耐用年数）

- 平均積載量
- 平均回転数
- 平均稼働日数
- 車両につく収集作業員の数
- オイル交換の頻度とオイルの値段
- 軽油などの燃料の値段
- 走行km当たりの燃料消費量
- メンテナンスの1台あたり平均費用
- 車両の購入費用

## 2-2 輸送問題の特定

ごみの輸送問題とは、輸送時間が長くなることにより十分な収集サービスの提供が難しくなっている場合や収集輸送コストの上昇によりごみ財政が圧迫され、円滑な清掃事業の運営が難しくなっている状態を示すといえよう。

具体的には、収集サービスの現状と輸送の関係、収集・輸送プロセスにおける時間の分析、収集・輸送効率などを分析し、それぞれの問題点が輸送の改善により解決できるものかどうかを検討する。

一般的には、収集エリアから処理場までの移動に2時間以上かかるケースや、輸送時間のため収集車両の回転数（往復回数）が2回を維持できないケースでは輸送上の合理化について検討する必要があるとみなせる。

## 3. 輸送合理化の検討方法

### 3-1 輸送合理化の方法

#### (1) 中継輸送の方式

輸送を合理化する方法は、ごみの積替え輸送をすることである。この積替えには次のような方式が挙げられる。

- 1) 小型車両から大型収集車両への路上での積替え
- 2) 中継基地で収集車両から大型輸送専用車両への積替え
- 3) 中継基地で収集車両から鉄道貨物への積替え
- 4) 中継基地で収集車両から船舶（特にバージ）への積替え

我が国では3)の鉄道による中継輸送以外はすべてである。1)の小型車両から大型車両への路上積替えは、例えば東京都特別区内で行われ、細街路を軽自動車でごみ収集し、集めたごみを大通りで大型の収集車両に積替えている。2)の方式は、東京都特別区、横浜市、名古屋市、京都市などで導入されている。4)の方式では、東京特別区、大阪市、北九州市などで導入されている。

鉄道による中継輸送は、ドイツでの利用例がある。

以上の方式のうち、開発途上国の大都市は2)の方式の適用が一般的であると思われる。

以下、中継基地での車両への積替え輸送を対象とする。（なお、JICA開発調査のマレーシア国ペナン廃棄物処理計画調査でバージによる中継輸送の検討例がある。）

## (2)中継方式

車両による中継輸送の主な方式は以下のとおりである。

- 1)水平式
- 2)ホッパー利用式
- 3)ピットアンドクレーン式
- 4)コンパクターコンテナ式

1)の方式は、平面で、ダンプされたごみをショベルローダーで大型車両に積替える方式、2)の方式はプラットホームをつくり、ホッパーの下に置かれている中継輸送車に直接ダンプする方式、3)の方式はごみピットをつくり、クレーンによりごみを輸送車両に積替える方式、4)はプラットホームをつくり、ホッパーの下に圧縮機を置き、ごみを圧縮しながらコンテナに積替える方式である。3)の方式は我が国で1例あるが、一般的な方式とはいえない。通常、中継輸送の導入を検討する場合には1)、2)、4)の3方式について比較検討することが必要となる。

### 3-2 中継輸送に係る基礎情報の収集

中継基地の必要性や妥当性を検討するために必要となる情報は、中継方式別の概算コスト及びコストに関連するデータである。

コストを概算するためには、次のような建設や土木工事及び機材の費用を把握する。

- 土木工事（アスファルト舗装について㎡当たり工事費及び土量㎡当たりの工事費など）
- 建設工事（コンクリートによるプラットホーム建設工事や建屋について㎡当たりの工事費）
- 機材費・設備費
  - トラックスケール
  - トラクター及びトレーラー
  - コンパクター設備
  - ショベルローダー
  - ダンプトラック
  - コンテナ（コンパクター方式の）

これらのうち、機材・設備はほとんど輸入しなければ調達できないものが多い。特にコンパクター設備については現地での導入例がないと費用見積りが難しい。（なお、我が国ではコンテナ20㎡の小容量のコンパクターコンテナの導入例はあるが、コンテナ40㎡クラスの大容量の例、トラクター・トレーラーを利用した例がないが、我が国のメーカーがシンガポールに大容量クラスのを納入した実績がある。）

なお、輸入機材等のコストは、我が国の製品の価格から換算すると世界市場の常識から

かい離れた値になる場合があるので注意を要する。

次に、集める必要のある関連情報として以下のものが挙げられる。

- 中継輸送車の積載量
- 輸送車の燃費
- 運転手の人件費
- 中継基地の作業員の人件費
- 中継基地の運転に必要な要員数

### 3-3 中継方式の比較検討方法

#### (1) 評価要素

中継基地の比較検討する場合の評価要素として以下の項目が挙げられる。

- システムの機能・安定性（システムの安定性、輸送効率性、貯留能力、積出能力、機能維持）
- システムの弾力性（運転時間、搬入時の時間変動への対応）
- 収集体系との整合性
- 経済性（建設費、メンテナンス補修費、要員数、コスト）
- 故障時への対応
- 維持管理（メンテナンスの容易性、耐久性、制御の容易性）
- 必要面積
- 環境保全（衛生性、騒音、臭気、大気、生活環境）

なお、特に実際の中継基地の立地位置を決める場合には騒音、振動、悪臭や車両などの公害面について考慮する必要がある。また、コンパクターコンテナ式ではかなりの汚水の発生も生じることを考慮する必要がある。

#### (2) コストの比較

中継方式の選択や中継輸送の導入の妥当性の検討はコストが中心となるので、以下に特にコストの比較方法について示すこととする。

このコスト分析は、モデルを設定してコスト算定式を作成して検討することが望ましい。コスト算定式は①収集コスト算定式、②中継コスト算定式、③輸送コスト算定式、④直送コスト算定式の4つのコンパートメントに分けられる。

変数は、主にごみ量規模、人件費、収集車両の積載量、収集エリアから中継基地までの距離、中継基地から処理場までの距離、輸送車の積載量などである。（このコスト算定式の求め方についてはここでは省略するが、参考資料1にその方法について詳しく記述されている。）

なお、コスト試算は、収集車両の種類と積載量、輸送距離、輸送車の積載量によって大きく影響される。このコスト分析で注意すべき点は、開発途上国の人件費が安いこと、ごみの単位体積重量が非常に重いことである。例えば容量8 m<sup>3</sup>ぐらいの中型のコンパクター車から10 t ダンプ車に積替えてもほとんど輸送効率が向上しない。またコンパクターコンテナを導入しても圧縮比が小さく、コンパクターの効果あまり生じない可能性

もある。

中継輸送の妥当性については、中継輸送のコストと収集車両による直送ケースのコスト比較によってなされる。これまでの多くの試算例より経験的に述べると、中継輸送車が収集車両の4～5台分以上のごみを積み込むことが可能で、かつ収集エリアから処理場までの距離が20km程度の場合には、明らかに中継輸送が有利になる。

### 3-4 中継基地の計画的整備の検討方法

新たな最終処分場の位置が遠くなり、輸送効率性が低下する場合には、中継基地の計画的な整備を検討する必要がある。

#### (1)第1ステップ(中継輸送を必要とする地区、及び中継必要量)

ーコスト算定式を用いて収集エリア又は行政地区ごとに中継輸送が必要かどうかを検討し、中継輸送必要なごみ量を求める。

#### (2)第2ステップ(何カ所の中継基地を整備するのが最適か)

ー何カ所の中継基地をどこにつくるのが最適なのかを検討する。この最適化の検討には線型計画法を用いることができる。ただし、実際的には利用可能な中継基地のための用地が限定されることが多く、そのような場合には、最適化の検討をするまでもない。また、中継基地の位置は、収集エリアから中継基地までの平均距離が最小となるところが最適となることは、最適化計算をしなくとも分かることである。

#### (3)第3ステップ ー中継基地用地の検討である。

#### (4)第4ステップ ー概略設計と中継輸送効果の検討である。

### 3-5 中継基地用地の選定と中継規模

#### (1)用地選定のクライテリア

中継輸送にトラクター・トレーラーを用いる中継基地の場合にはかなりの面積が必要となる。この面積については、シンガポールの例や、これまでのJICAの開発調査に検討例が多数あるので参考にすると良い。

また、トラクター・トレーラーは国によっては通れる道路が限定されている場合があることも注意する必要がある、基本的には幹線道路へのアクセスの良いところを選ぶ必要がある。

用地の選択のクライテリアとして、周辺の住居が少なく病院・学校などのない工業的土地利用地区であること、収集エリアに出来るだけ近いこと、収集エリアと最終処分場との間の直線上に位置することが好ましいこと、幹線道路に近いこと、廃水の放流先を確保できること等が挙げられる。なお、長期計画で、都心に近い処分場跡地を中継基地

に利用することを計画に組み込んでおくことが望まれる。

## (2)中継規模の設定方法

中継基地の能力は、用地の面積（系列数との関連）と中継方式によって規程される。特に中継方式及び輸送車両の大きさによって輸送車1台に積替えるためのサイクル時間が異なり、この点が中継能力を左右する。

この検討は、時間当たりの収集車両台数や積替え車両の交換のタイムスケジュールを組むことによって概略、計算できる。ただし、これまでのJICA開発調査において、大容量のコンパクターコンテナ方式、ホッパー利用式の1系列の時間当たり処理能力の検討例があるので参考値として用いることができる（アレキサンドリア、ジャカルタ）。

## 3-6 中継輸送の民間委託

地方自治体が中継基地をすべて自前で建設しなければならない訳ではない。民間業者への委託により中継輸送する方法も輸送の合理化の一方法である。（バンコクの例）

## 4. 既存調査の事例

### 4-1 バンコク

JICAのタイ国バンコク廃棄物処理計画調査での計画例を示す。

バンコクでは大規模な最終処分場を市内に確保することが難しく、市外に求めざるを得なくなったこともあり、3カ所の既存の処分場跡地の1部を民間に提供し、民間委託による中継輸送が計画されている。3カ所とも日量1000トン以上の規模である。民間委託のため中継方式については決められていない。

その他、バンコク特有のソイに適用されている小型サイドローダ車（1トンー容量3 $\text{m}^3$ ）の収集効率をあげるため小規模な中継基地の整備方針が提案されている。中継輸送の必要性は明らかであるが、中心市街地内の用地確保は極めて難しいため進展しないと思われる。

### 4-2 ジャカルタ

JICAのジャカルタ市都市廃棄物整備計画調査において、中心地区に近いスタにコンパクターコンテナ式の中継基地の導入が計画された。計画処理量は1730t/日、トレーラーに乗せるコンテナの容量は40 $\text{m}^3$ とされた。

この中継基地整備の計画は、規模が縮小されて具体化され、財源にOECFのローンが用いられた。1995年に竣工予定である。

なお、ジャカルタの中継基地の当初計画は、規模が大きく、かつ建設コストが非常に大きいものであった。必要性から検討していくと妥当な規模の設定であっても、財政負担面からは無理が大きいため、段階的な整備計画が望ましかったと思われる。計画にかける技



術者の潔癖な責任感とプラクティカルな解決策との折り合いのつけ方について余裕をもって考えることは意外に難しい。

---

参考資料

1. 広域処理関連システム調査報告書－中継基地設置による輸送効率向上方策調査  
1984年3月 厚生省
2. インドネシア国ジャカルタ都市廃棄物整備計画調査報告書  
1987年11月 J I C A
3. 同 報告書のサポーティングレポート  
1987年11月 J I C A
4. アレキサンドリア市都市廃棄物処理計画調査報告書  
1986年2月 J I C A
5. 同 報告書のサポーティングレポート  
1986年2月 J I C A
6. タイ国バンコク廃棄物処理計画調査最終報告書  
1991年2月 J I C A
7. Decision-Makers Guide in Solid Waste Management  
1976年 U. S. EPA
8. 中継基地に係る施設構造検討

## 第 2 章 第 6 節 衛生埋立

途上国の埋立は殆どの場合、オープンダンプングであり、我国で現在実施している高度な衛生埋立技術とは格差が極めて大きく、我国の技術をそのまま適用するのは、途上国技術者のレベルの面からも、また財政面からも無理である。そこでマレーシアにおける指導事例の紹介を通じて段階を追った改善の進め方を示す。

### 1. はじめに

地球規模の環境が世界的に注目され、環境分野においても途上国における我国の積極的な国際協力の推進が望まれる。特に、廃棄物問題は途上国の中でも比較的都市化・工業化が進んだ国々において深刻であり、重大問題となっている。更に、廃棄物問題の中で、財政規模や技術レベルを考えると埋立地の改善は技術協力の最重点問題として位置づけられている。途上国において廃棄物の埋立地は単なる投棄場としての位置づけしかなく、埋立地は野焼き、投棄型の下で周辺に対し、大気汚染や水質汚濁、臭気等の発生源となり社会問題化している。こうした中で現実的な衛生埋立への改善の手法が強く求められている。

### 2. 衛生埋立導入に際して考慮すべき改善目標とレベル

途上国においては、系統的でかつ精度の高い廃棄物関連の基礎資料が極めて少ない。この為、埋立地の現状や問題を明らかにするためには、中央政府から各地方自治体へのアンケート調査と実態調査を実施する必要がある。

特に、以下の項目に関して実態を明らかにする必要がある。

- (1) 廃棄物の発生源単位
- (2) 廃棄物の組成
- (3) 収集頻度
- (4) 埋立機材及び人員構成
- (5) スキャベンジャーの有無
- (6) 埋立地の立地条件
- (7) 埋立地の数と距離
- (8) 埋立地の整備状況
- (9) 覆土の有無
- (10) 経費
- (11) 埋立地の問題点等

上記の調査結果を整理し、埋立地の現状と当面の改善目標や改善レベルを設定することが重要である。

## 2-1 埋立処分の考え方

ごみ処理は、ごみを生活圏から速やかに排除し、減容化、安定化、無害化することを目的とし、地域の地理的条件、事業体の財政及び技術を勘案した適切な処理・処分プロセスが選定されなければならない。この処理・処分プロセスは通常、収集・運搬プロセス、中間処理プロセス、処分プロセスに分けられるが、処分プロセスは廃棄物を最終的に自然に還元するプロセスであることから、原則として埋立処分が唯一の処分プロセスとして位置づけられる。

「埋立処分の目的は、生活環境の保全上支障が生じない方法で、廃棄物を適切に貯留し、自然界の代謝機能を利用し安定化、無害化することである。」この目的を達するためには処分の実施方法が重要であり、これは地域の特性、事業体の事情によって決定されるものであり、その決定に当たっては中間処理の方法を勘案したごみの種類、形状、組成、最終処分場の位置、地域の気候等が重要な因子となる。

最終処分の計画の立案に当たっては、地域の実状を考慮した合理的なごみ処理基本計画を策定し、埋め立てる廃棄物の種類及び量を決定する必要がある。また、これは収集運搬計画、中間処理計画と有機的関連をもって策定されなければならない。

## 2-2 衛生埋立の定義

衛生埋立はアメリカ土木学会によって以下のように定義されている。「廃棄物の陸上埋立において、所定の区画に転圧、圧縮し、減容化したのち覆土を行う事によって、生活環境保全上支障が生じないようにする廃棄物の処理処分方法である。」そして衛生埋立は以下の4つの基本的な作業から成り立っている。

- (1) 廃棄物は埋立地の所定の区画に埋め立てる。
- (2) 廃棄物を層状に転圧する。
- (3) 廃棄物に覆土を被す。
- (4) 覆土後、転圧する。

そして、衛生埋立によってできた埋立跡地は、最終的には運動場、植物園、テニスコート等に利用されると定義している。

## 2-3 埋立構造

廃棄物の分解速度や浸出水の性状はごみの組成や埋立地内部の好気性及び嫌気性状態によって決まる。埋立地の微生物環境を指標として、埋立地を分類したものが「埋立地構造」の考え方である。その概念図を図-1、図-2に示す。また、5種類の埋立構造における浸出水のBOD濃度の経時変化から判断すると、埋立地が好気性状態であれば、埋立地は自浄作用を持つことが明かとなった。しかし、我国の事例から判断して建設費及び管理面を考えると、準好気性埋立構造が有効である。

## 2-4 準好気性埋立構造と循環式準好気性埋立構造

準好気性埋立構造は、一般的には浸出水集排水設備とポップピットから構成されており、浸出水集排水管からの自然通気と迅速な浸出水の場外排除によって、地下水の汚染を軽減できる埋立構造である。

準好気性埋立構造の利点を示すと以下の通りである。

- (1) 浸出水は嫌気性埋立構造より良質である。
- (2) メタンや硫化水素等の有害ガスの発生を軽減できる。
- (3) 埋立地の早期安定化が図れる。
- (4) 浸出水による地下汚染を軽減できる。
- (5) 維持管理が容易である。

上記の利点を持つ埋立構造に、

- (6) 浸出水量の削減、均一化
- (7) 浸出水水質の処理
- (8) 埋立地の分解促進等の機能拡大

等を目的として開発したものが「循環式準好気性埋立構造」である。

## 3. 埋立地の改善構造

埋立地の改善の第一目標は実態調査を分析し、衛生埋立地を改善するための緊急施策をリストアップする事である。マレイシアでの事例をもとに、野焼き状態の埋立地を改善するための施策を列記すると以下のようである。

- (1) 野焼き状態の埋立地での消火作業の開始。
- (2) 既に埋め立てられた廃棄物を用いての覆土の開始。
- (3) 廃ドラム缶や竹を利用したガス抜き装置の設置。
- (4) 雨天時にも利用可能な搬入道路の整備。
- (5) 外周溝と土堰堤の設置及び埋立地境界の明確化。
- (6) 廃棄物を利用した区画堤の設置。
- (7) 埋立作業面の明確化と拡大防止。
- (8) 覆土の実施と法面における覆土の流ぼう防止対策。
- (9) 門扉、掲示板、フェンス、外周酸素化池等の設置。
- (10) トラックスケールの設置。

上記の改善策の中で限られた人材と財源のもとで、特に埋立地に搬入される、または埋立地に現存する廃棄物を使って、改善の糸口をつかむことが次のステップに移行するためにも必要である。即ち、“廃棄物でもって廃棄物を利する”手法で衛生埋立への糸口を掴み、同時に埋立地のスタッフが埋立作業や埋立工法を学ぶことができれば、次へのステップである衛生埋立システムのレベルの選択、改善計画、実施計画への移行が容易となる。

#### 4. 衛生埋立システムのレベル

マレーシアで実施した衛生埋立への改善方法は、まず“衛生埋立システムのレベル”を4段階に分類し、当該自治体の財政や技術レベルを考慮して、当面の到達目標とする衛生埋立システムのレベルを設定したのち、段階的な改善を実施した。衛生埋立のレベル等は、図-3～図-6、表-1に示す。

一般的には、衛生埋立システムを進展させるためには多額の資本投資が必要である。従って、当該自治体の予算規模や財政状態を考えて、衛生埋立システムを段階的に改善する事が実際的である。マレーシアにおいては、当面の到達目標をレベル-3に設定して実施した。

レベル-3に到達する改善手法のフローを示すと以下のようである。

① 投棄・野焼き状態を古い廃棄物や焼却灰を用いて被覆し、消火した後、廃ドラム缶を利用してガス抜き装置を設置することにより、衛生埋立への方向性を示した。

↓

② 搬入道路、外周溝、土提等の設置

↓

③ 区画提、埋立作業面の整備

↓

④ 早期安定化の技術手法として“準好気性埋立システム”更に浸出水の浄化を目的に“循環式準好気性埋立システム”の導入

↓

⑤ 酸化池における表面曝気処理の実施

↓

⑥ 曝気、循環した処理水に対し、廃木炭等を使用した簡易濾過・吸着処理の導入

↓

⑦ 埋立場内整備を同時に進める

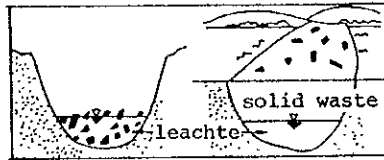
上記の整備に際して、竹や、廃ドラム缶、建設廃棄物を有効利用し、建設費の低減化を図ったことも改善に役立った。

---

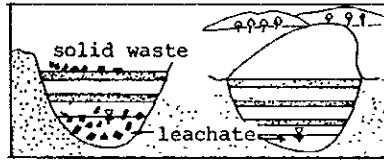
#### 参考資料

1. Technical Guideline on Sanitary Landfill Design and Operation(Draft), Ministry of Housing and Local Government, Malaysia, 1990.
2. A Road to Sanitary Landfill, JICA & Ministry of Local Government, MALAYSIA, 1990.

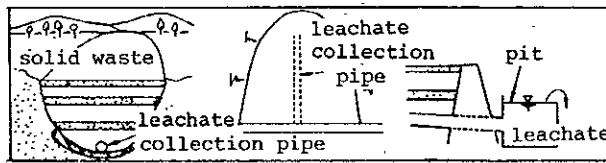
ANAEROBIC LANDFILL



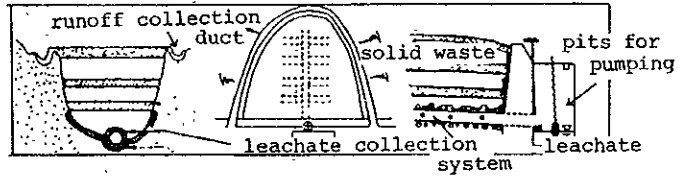
ANAEROBIC SANITARY LANDFILL



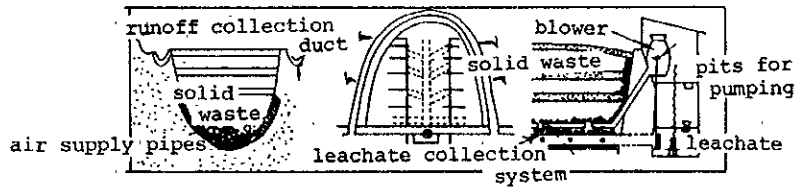
IMPROVED ANAEROBIC SANITARY LANDFILL  
(IMPROVED SANITARY LANDFILL)



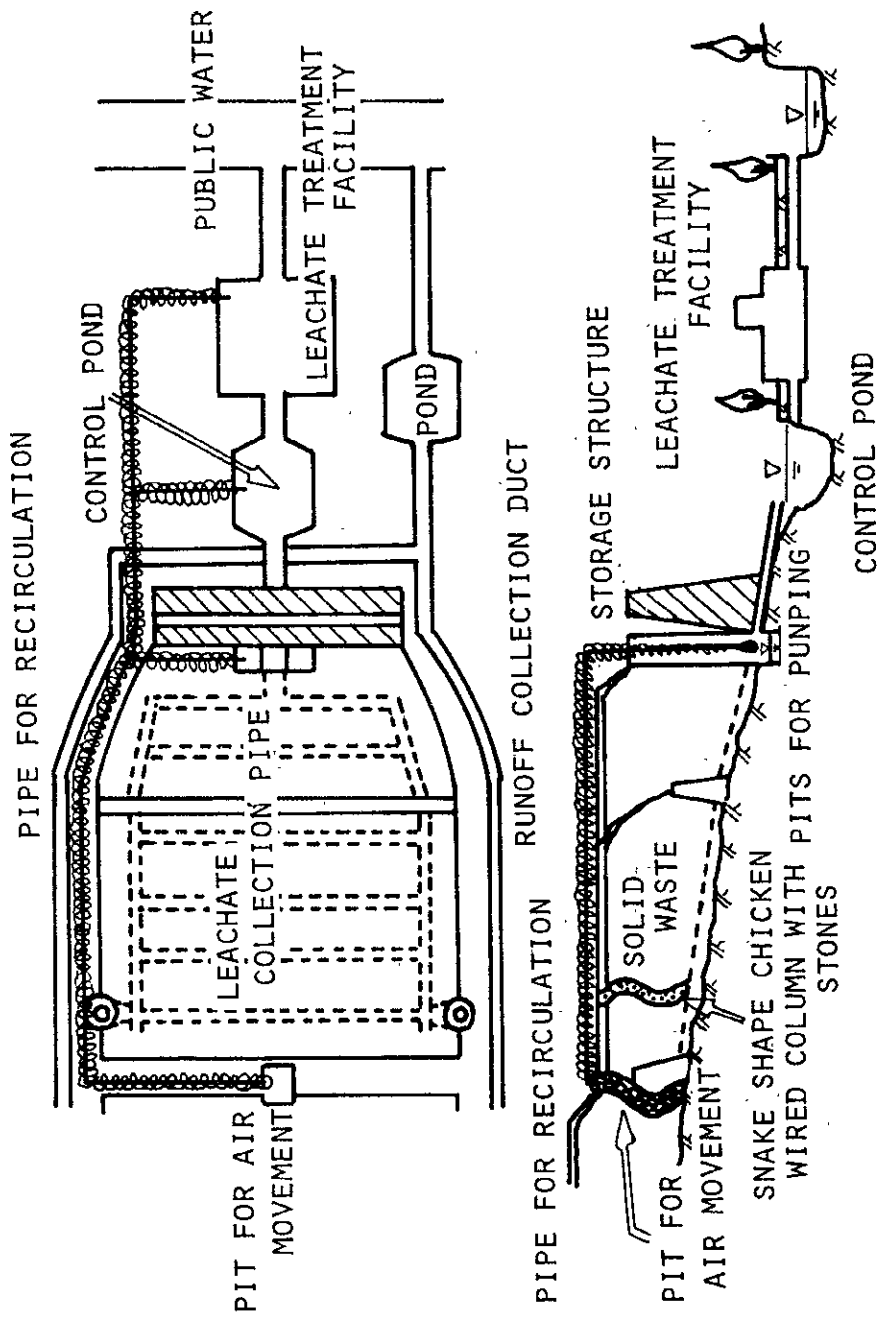
SEMI-AEROBIC LANDFILL



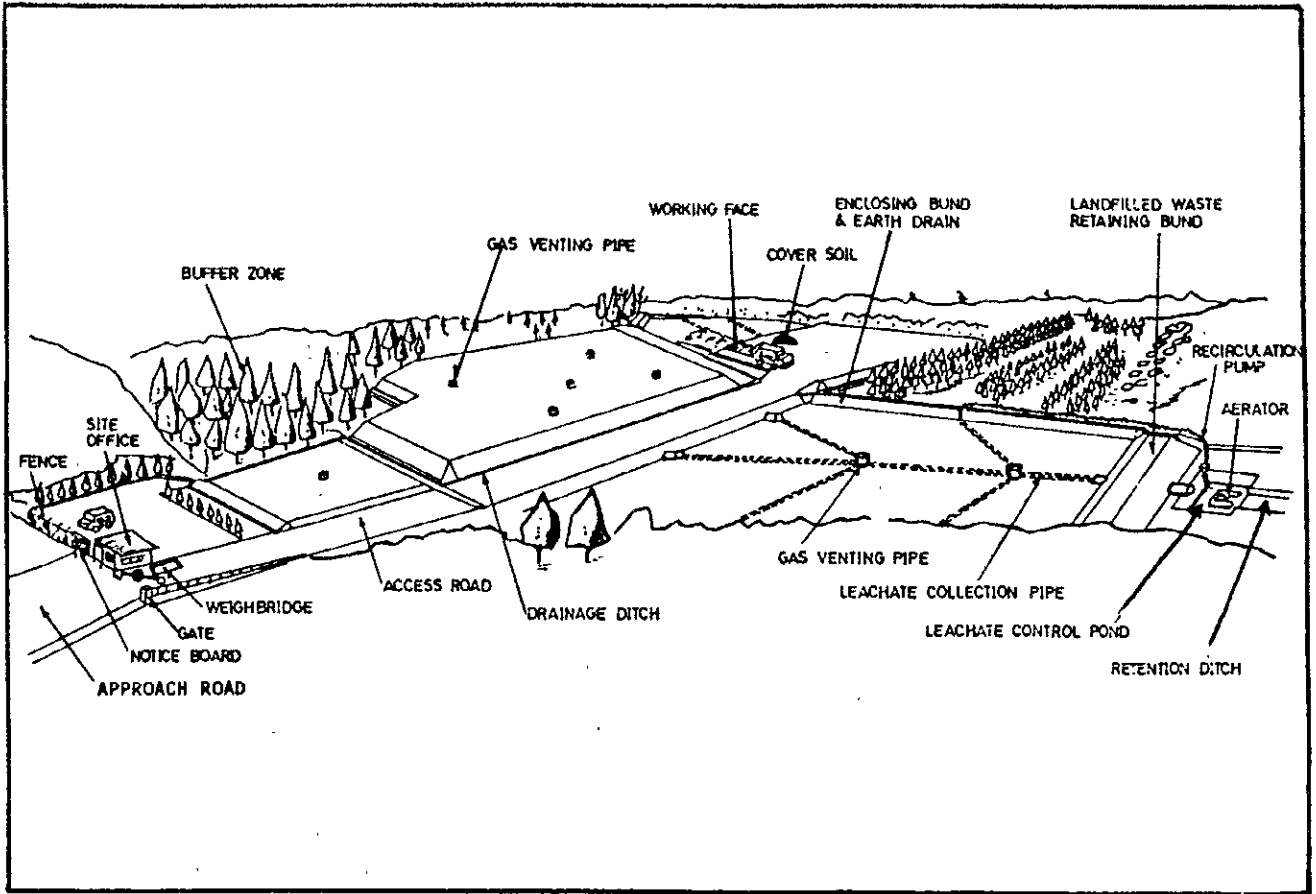
AEROBIC LANDFILL



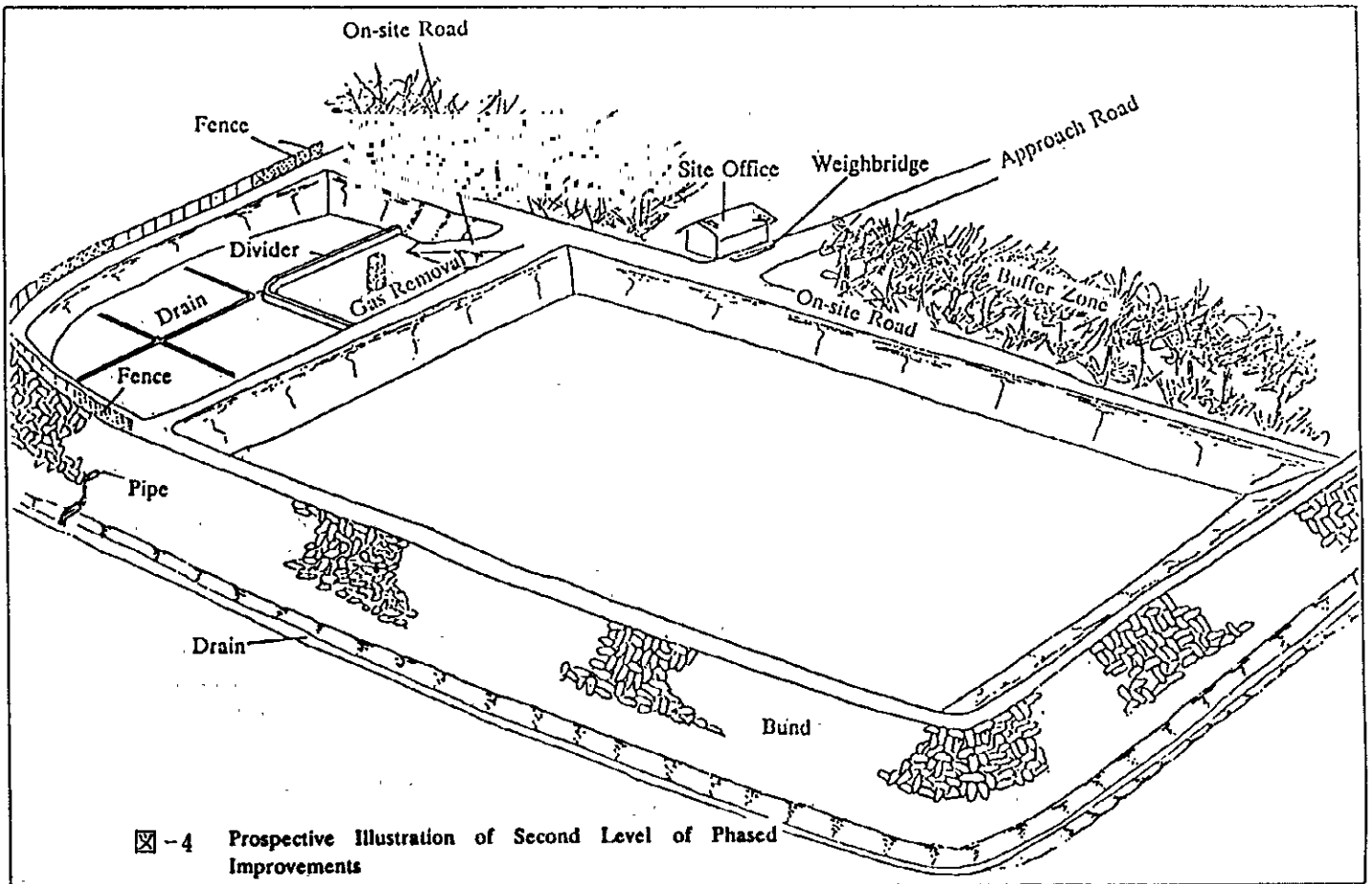
☒ -1 Classification of landfill structure. In the upper figure "leachte" should read "leachate".



☒ -2 Recirculatory Semitaerobic Landfill Structure



☒-3 Conceptual Diagramme for the Components of Sanitary Landfill Facilities



☒-4 Prospective Illustration of Second Level of Phased Improvements



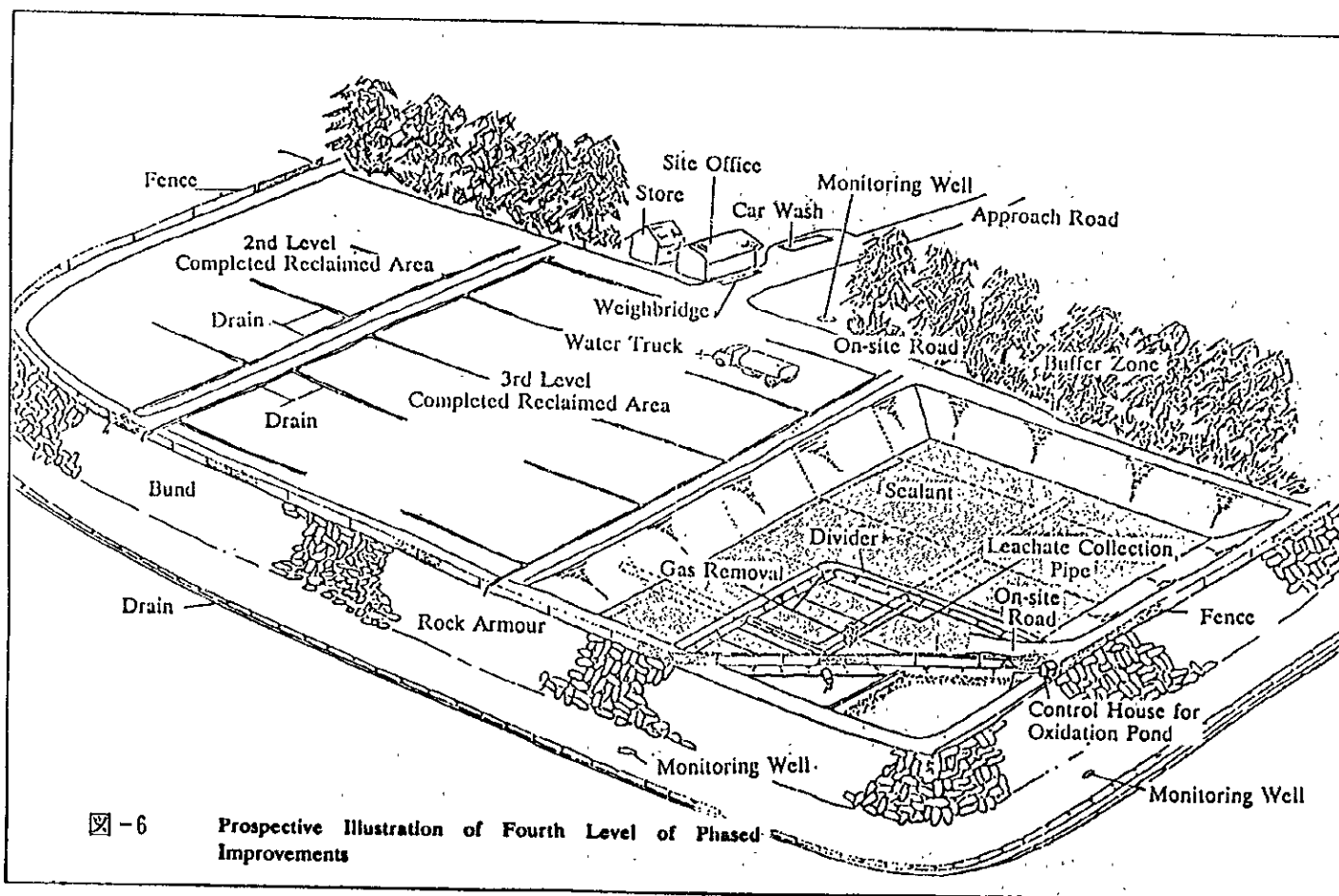
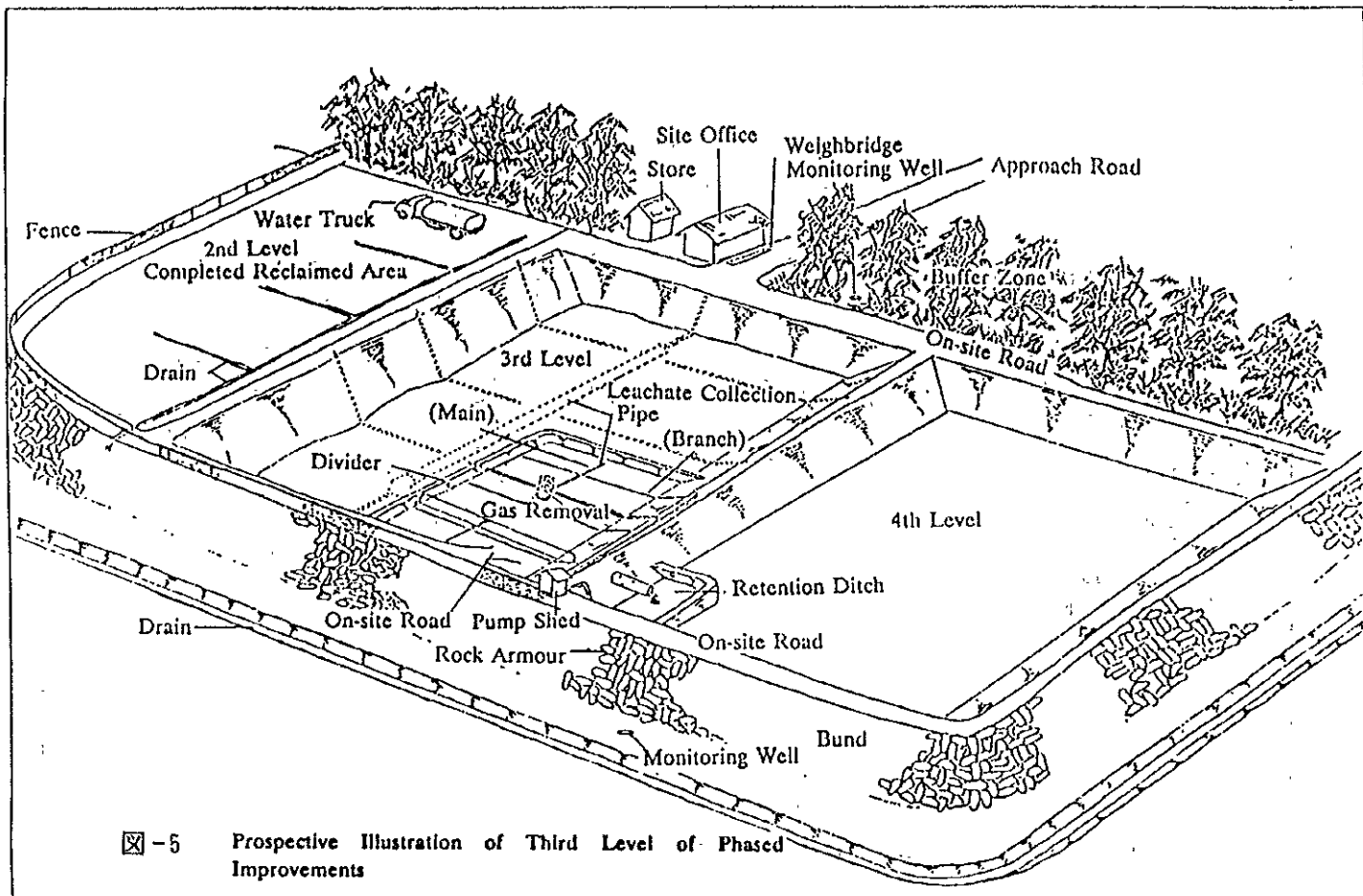


表-1 Comparison of the Four Levels of Treatment for a Sanitary Landfill

Items	Level of Sanitary Landfill				Remarks
	1st Level	2nd Level	3rd Level	4th Level	
<b>1. SITE DEVELOPMENT WORKS</b>					
<b>1.1 Main Facilities</b>					
<b>(a) Enclosing Structure</b>					
i) Enclosing Bund					
ii) Divider		▲	○	○	▲ means that a bund is made of construction demolition and earth
<b>(b) Drainage System</b>					
i) Surrounding Drain		○	○	○	
ii) On-site Drain (Surface Water)		○	○	○	○ The drain is for the site which is not used for landfill
iii) On-site Drain (Underground Springs)		○	○	○	○ If necessary
iv) Drain for Reclaimed Area		○	○	○	
<b>(c) Accesses</b>					
i) Approach Road	○	○	○	○	
ii) On-site Road	○	○	○	○	
iii) Others	○	○	○	○	○ Improvement of existing road network for accessing to the site
<b>1.2 Environment Protection Facilities</b>					
i) Buffer Zone		○	○	○	
ii) Litter Control Facility		▲	○	○	○ Movable fence, etc.
iii) Gas Removal Facilities		▲	○	○	
iv) Leachate Collection Facilities			○	○	
v) Leachate Cycling Facilities			○	○	
vi) Seepage Control Facilities				○	
vii) Leachate Treatment Facilities				○	
<b>1.3 Building and Accessories</b>					
i) Site Office	▲	▲	○	○	
ii) Weighbridge	○	○	○	○	
iii) Storage Building			○	○	
iv) Safety Facilities		○	○	○	○ Gate, fence, lights, etc.
v) Fire Prevention Facilities		▲	○	○	○ Water tank, extinguishers, etc.
vi) Monitoring Facilities			○	○	○ Monitoring well, etc.
vii) Car wash				○	
<b>2. EQUIPMENT</b>					
i) Landfill Equipment	○	○	○	○	
ii) Others			○	○	○ Water truck, inspection vehicles, etc.

(Cont.)

Items	Level of Sanitary Landfill				Remarks
	1st Level	2nd Level	3rd Level	4th Level	
<b>3. OPERATION AND MAINTENANCE</b>					
<b>3.1 Operation</b>					
(a) Personnel	O	O	O	O	
(b) Cover Material	▲	O	O	O	▲ means insufficient operation
<b>(c) Utility</b>					
i) Fuel	O	O	O	O	
ii) Water		O	O	O	
iii) Electricity		Nil	O	O	
<b>(d) Chemicals</b>					
i) Insecticide	O	O	O	O	
ii) Monitoring Chemicals			O	O	
(e) Others		O	O	O	Divider, drain for reclaimed area, leachate collection pipes, etc.
<b>3.2 Maintenance</b>					
i) Main Facilities		O	O	O	
ii) Environment Protection Facilities		O	O	O	
iii) Buildings and Accessories	O	O	O	O	
iv) Equipment	O	O	O	O	

## 第 2 章 第 7 節 埋立地からのメタンガス回収

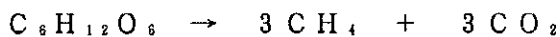
途上国の為政者、廃棄物技術者には、資源回収という観点から埋立地からのメタンガス回収プロジェクトに関心を有する者が少なくないが、この分野におけるわが国の経験はあまり深くない。そこで、こうした関心に対応して適切なアドバイスが出来るように、途上国でこの分野についての経験が深いブラジル、チリの技術者が書いたマニュアルの要点を紹介する。

### 1. はじめに

1973年のオイルショック以降、ブラジルのような非産油途上国では新エネルギーの開発の必要性が増し、埋立地で発生するメタンガスをエネルギー源として利用できないかとの発想が強まり、途上国自身の手で研究開発、実用化がなされるようになった。この分野で特に実績をあげている途上国はブラジルとチリであり、ごみ質や気候の違いから、米国のカリフォルニア州一帯の埋立地からのメタンガス回収で得られたのものとは異なる知見が数々得られている。

### 2. メタンガス発生のメカニズム、発生量、ガス組成

廃棄物中の有機物質は、埋立られたのち微生物の作用で分解安定化するが、地表面からの酸素供給のある領域、あるいは土中の酸素がまだ残っている埋立後の初期においては好気性分解が進み、酸素が無くなると有機酸発酵が起こり、PHが低下する。この状態になるとメタン発酵菌の活動条件が整い、有機物は主としてメタンガスと炭酸ガスとに分解され、PHは中性領域に戻る。



米国のカリフォルニア州一帯の埋め立て地での経験では、図-1に示すようにメタンガスの生成は埋立後2年ぐらいで開始し、10年以上も継続する。そこで2年目から10年目までメタンガスの回収が出来るとしてガス回収利用プロジェクトのF/Sがなされるのが普通である。しかしこれは紙ごみ等のセルロースを主体とした米国ごみの分解速度が遅いため、生ごみ主体の途上国ごみでは分解はもっと速く、メタンガス回収は埋立後8カ月で可能となり、2年目まではカリフォルニアの事例を上回る高速度のメタンガスの発生が見られるが、それ以降は発生量が急速に低下し、回収は経済的に引き合わなくなるとの結論がチリの場合には得られている。このようにメタンガスの生成速度、経済的な回収が可能な時期はごみ質や気候条件等で大幅に異なるので、文献の豊富な米国の事例をそのまま適用することには相当慎重である必要がある。

またメタンガス発生には、基質（生物分解性物質）の存在、PH条件のほかに、埋立地

の深さ（浅い埋立地では大気中からの酸素供給により好気性菌、通気性菌の活動が卓越しメタンガス発生が少ない）、メタン発酵菌の活動を阻害する有害物質の有無、水分の存在なども影響する。例えば極度に降水量の少ない地域（ペルーの海岸部など）では、ごみ分解が極めて緩慢でメタンガスの発生は殆ど見られない。

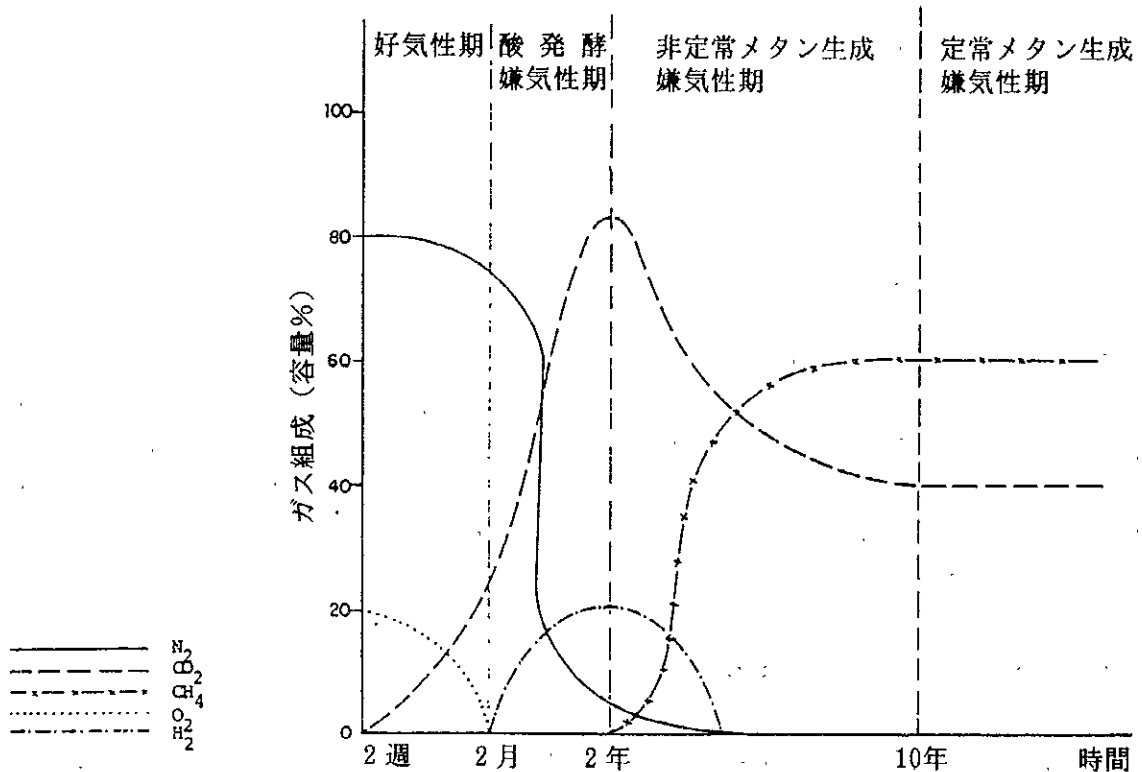


図-1 埋立地ガス生成の推移

ごみからのガス（メタンガスと炭酸ガス）発生量は、ごみ中の炭素量、炭素中の生物分解可能炭素量、ごみ中水分を知れば理論値として計算出来る。しかし有機物の一部は好気性分解を受け、また一部の有機物は溶出して系外に去り、一部の炭素は生物に取り込まれてその体組織を構成し、また一部のガスは補促不可能な形で系外に漏れ出る。従って回収できるメタンガス量は理論値よりもずっと小さく、チリのサンチアゴ市の経験によれば、湿重量1トンのごみから約100N m<sup>3</sup>のガス（そのうちメタンガスは約50%）が回収出来る。

埋立地からの回収ガスの組成は、ごみ組成、気象条件、埋立地構造、埋立後の年数、ガス汲み上げ速度などで変わる。米国の埋立地の場合は、メタンが50~60%、炭酸ガスが40~45%、酸素、窒素、その他のガスが2~10%、熱量は4500~5000kcal/Nm<sup>3</sup>というのが通常ガス組成である。これに比べるとブラジルの埋立地の場合はメタンの比率が60~65%と高く、従って熱量も5800~6300kcal/Nm<sup>3</sup>と高くなっている。また汲み上げ速度が過大の場合には、大気の埋立地への吸い込みが生じ、酸素・窒素ガスが10%を越えることがある。従って汲み上げ速度が適正であるか否かを判断するためには、ガス組成のモニターが重要である。

### 3. ガス回収事業化予備調査の実施に当たって埋立地が備えるべき要件

埋立地からのメタンガス回収が事業的に可能であるか否か、すなわち技術的、経済的にフィージビリティがあるかどうかを判断するには、しかるべき調査を行って検討する必要がある。しかしそのような調査は、費用も時間もかかることから、そもそもそのような調査を実施するに値するかどうかについてのおおよその判断を、何らかの基準に基づいて下す必要がある。カリフォルニア州における埋立地からのメタンガス回収の経験に基づく基準を参考までに示せば、表-1の通りである。但しチリ等での経験では、ごみ容量と埋立地面積に関しては、この数分の1程度の規模でもガス回収事業が稼働しており、この基準を満たさない埋立地でも可能性があることを示している。

表-1 メタンガス回収を検討する際の埋立地が満たすべき最低条件

ごみ搬入人口	20万人以上
ごみ容量	2百万トン以上
埋立地平均深さ	9メートル以上
埋立地面積	12ヘクタール以上
ごみ搬入量	500トン/日以上

出典：Hekimian K.K., et al, "Methane Gas Recovery from Sanitary Landfills", Waste Age, Dec.1976, pp 2-9

### 4. ガスの用途

メタンガス回収事業の検討にあたってあと一つ重要な点は、回収ガスに技術的、経済的に妥当な用途が当該地域にあるかどうかという点の検討である。そこで考え得る用途を概説する。

#### 4-1 家庭用ガス供給

これには、埋立地から回収したガスから凝縮液をデミスター(Demister)で分離し、ポンプ加圧して埋立地周辺の家屋に直接配管して供給する方法と、既存の都市ガス網に供給するかあるいはガスポンペに詰めて供給する間接供給の二方法がある。前者は配管コストの関係から埋立地周辺にどの程度ユーザーがいるかが極めて重要な判断要素であり、また埋立地からのガス回収は10年程度しか寿命がないので、そのあとで都市ガス供給が予定されている地域でないと配管コストの回収が割高になる。配管は、費用の観点から、塩ビパイプの使用などを検討する必要がある。後者の場合には、ガス会社の配管網の腐食防止のため、トリエチレングリコール、モレキュラーシーブ(Molecular Sieve)、活性炭などを使用して水分除去を行う必要がある。埋立地からのガス回収には変動があるから、もし可能ならばこの変動を吸収できる後者の方法の方が望ましい。但し後者の場合には、家庭で

使用されているガス機器とガス熱量の整合性が必要であり、埋立地からの回収ガスの混入比には上限が出てくる。例えばナフサガスに混入する場合には埋立地ガスの混入率は上限7%程度であり、大規模埋立地からのガスの場合、全量を混入できないという事態も有り得る。天然ガスに混入する場合は、埋立地ガスから炭酸ガスを苛性ソーダ洗浄で取り除けば問題がない。炭酸ガスは水と反応して炭酸となり、鋼管腐食の原因となるので除去は腐食防止の意味でも望ましい。

#### 4-2 工業用ガス供給

埋立地近傍にガス燃料の使用可能な工場が立地している場合には、それらの工場に埋立地ガスを供給する事業の実施可能性はかなり高い。ガス処理としては凝縮液の除去程度で十分であり、変動を吸収するため、ガスと重油の三重燃料体制をとるのが通常である。埋立地ガスを工業用に供給することは、石油の輸入国における輸入石油量の削減、温暖化ガス（メタンガスは炭酸ガスのおよそ30倍の温暖化効果があると言われている）の大気中への放出量の削減につながる。ガス供給システムの機器構成は家庭用ガス供給と大きく異なることはない。

#### 4-3 自動車燃料としての利用

サンパウロ市清掃局では、ごみ収集車のジーゼル油あるいはガソリンを埋立地からの回収ガスで燃料代替する研究を続けている。その一環で、熱量を下げた腐食の原因となる炭酸ガスの含有率を減らすため、ガスの不純物除去技術の開発が進められている。不純物が除去されたメタンガスは、200kg/cm<sup>2</sup>に加圧して特製のポンペに充填する必要がある。サンパウロでの実験によれば、埋立地ガスでジーゼル油の70%を代替出来そうであるとの結論が得られている。燃費は、ガソリン車、ジーゼル車（いずれも15m<sup>3</sup>程度の収集車）でそれぞれ10km/m<sup>3</sup>、3.5km/m<sup>3</sup>程度との結果が出ている。炭酸ガス除去装置、加圧装置、耐圧ポンペなど、途上国ではその技術・装置の入手が必ずしも容易ではないものが必要であり、これが制約となる可能性が大きい。

#### 4-4 発電

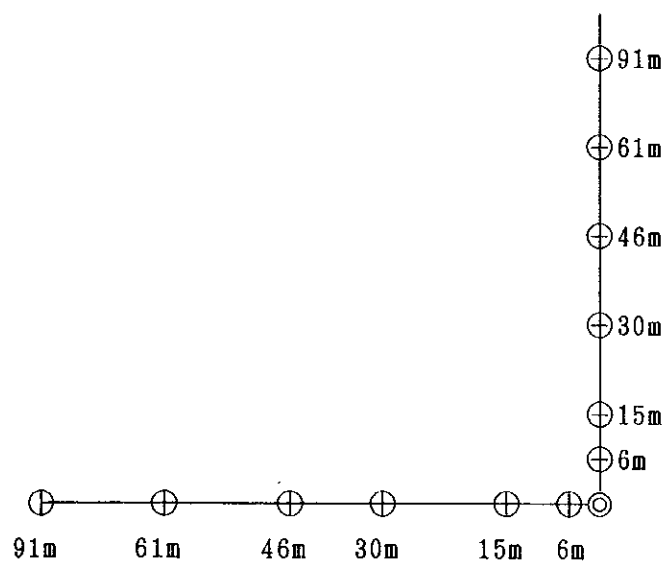
埋立地ガスを利用した発電には、ガスタービンによるものと内燃機関によるものがある。前者は与圧した上で10.5~21kg/cm<sup>2</sup>の圧力でタービン中に注入するのに対し、後者は0.35~0.7kg/cm<sup>2</sup>位の低圧で注入出来、投資も少なくすみ経済効率が良いという利点がある。但し内燃機関は、ガス供給が何かの理由で途絶えた場合に備え、液化ガス、ジーゼル油の使用も可能なものである必要がある。

#### 4-5 メタノール合成

これは、埋立地ガス中のメタンと炭酸ガスから工業用原料のメタノールを合成するもので、低圧法と高圧法とがある。投資規模が小さくて済むので低圧法の方が好ましい。低圧法では、50から100気圧に加圧し、華氏480度から520度の温度条件で酸化銅を触媒としてメタノール合成が行われ、冷却凝縮によって回収される。不純物は気化温度の差を利用して取り除かれる。

#### 5. 既存埋立地におけるガス回収の事業化予備調査の進め方

既存埋立地でのガス回収の事業化可能性を把握するためには、埋立地での汲み上げ試験が不可欠である。過剰汲み上げは、大気中から埋立地への酸素供給をもたらし、好気性分解の促進による炭酸ガス濃度の上昇、ガス熱量の低下をもたらす。汲み上げ試験を通じて、安定汲み上げ速度（最大熱量のガス汲み上げ）の決定、汲み上げ井の影響範囲、井戸の本数、最大エネルギー生産量の推定などを行うことが出来る。実験井と観測井の配置例、実験井の断面例をそれぞれ図-2、図-3に示す。汲み上げ試験は、例えば表-2のようなスケジュールで実施する。ここでガス圧は、大気圧の変化の影響を受けるので、大気圧も同時に測定しておく必要がある。メタンガス生成が盛んな埋立地の場合は、ガス圧、ガス温度ともに高く、またメタンガス成分は50%以上となる。図-4は汲み上げ速度が過大である場合のガス組成変化の例を示している。なお汲み上げ試験結果から汲み上げ井の本数、安定汲み上げ速度の決定などを行う方法については文献を参照されたい。



凡例：⊗汲み上げ井  
○観測井

図-2 汲み上げ井と観測井の配置例





表-2 汲み上げ試験計画

段階	試験方式	指標	必要日数
A段階	静的	汲み上げ開始前のガス圧分布とガス組成	7日
B段階	短期	異なる汲み上げ速度、井戸深さをを用いた時のガス圧分布・組成	各条件毎に7～15日
C段階	静的	汲み上げ停止後のガス分布とガス組成	7日
D段階	静的	選定した汲み上げ速度によるガス組成、熱量、汲み上げ量安定度	150～180日
E段階	静的	汲み上げ停止後のガス分布とガス組成	7日
F段階	井戸の寿命期間中	ガス組成、熱量、汲み上げ量安定度	井戸の寿命期間中

## 6. ガス回収を目的とした新規埋立地の設計と埋立作業

新規の埋立地でガス回収を行うか否かの検討は、過去の経験に基づくガス生成量の予測とガス需要の埋立地近傍における存在の有無の確認などを通じて行うことが出来る。

ガス回収を目的とした新規埋立地の設計に当たっては、まず第一にガスの需要先に近い場所に立地するように努め、加えて需要先のガス需要の中味（量・質）を知り、それに即した施設整備を行うことが重要である。ガス回収率を極大化するためには、ガスの漏洩を極力防ぐ必要がある。そのためには、埋立地底部ならびに上部を不透水性の素材で覆う必要があるが、これを外部から搬入して実施するのは割高につく。そこで粘土質の土壌を有する土地を選定し、粘土をオンサイトで利用して底部遮土工、最終覆土工を行うのが望ましい。なおガス回収井（ガス抜き縦抗）はおよそ50m間隔で設置するのが通常である。

埋立作業の進め方も通常の埋立作業とはやや異なる。例えば、サンドイッチ厚は従来の埋立地よりも厚めの5m程度とし、中間覆土は薄目にしかつ又ブルドーザーで剥しながら次の層のごみをその上に積んでいく、などの方法で障害物たる中間覆土を減らすと、メタンガスの上方移動が容易になりガス回収がしやすくなる。またメタンガスの生成には埋立地内の水分保持が必要なので、乾燥地では浸出液をガス抜き縦抗を通じて埋立地内に循環し浸出液処理とメタンガス生成促進の一石二鳥を狙う方法も検討に値する。チリのサンチャゴ市の埋立地ではこの方法がとられている。途上国では通常、易分解性のごみが

多く、かつまた熱帯地でごみの分解は極度に速い。こうした途上国の条件を踏まえると、埋立用地を一杯に使ってごみを薄く広げ重ねていく方法はガス回収上は得策ではなく、比較的狭い区画にごみを短期に積み上げ、その区画からのガス回収を直ちに実施していくという方法が望ましい。

---

参考資料

1. CETESB, Recuperacion de Gas Metano de Relleno Sanitario, OPS/EHP/CEPIS, Noviembre 1982